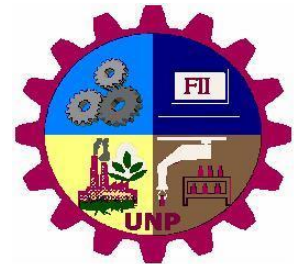


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**



**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE  
PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C.”**

**PRESENTADO POR:**

**CRISANTO AGUIRRE JASON**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERO INDUSTRIAL**

**PIURA, PERU**

**2016**

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE  
PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C.”**

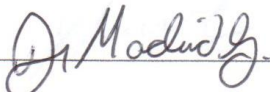
TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL  
TÍTULO DE:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

TESISTA

  
BACH. JASON CRISANTO AGUIRRE

ASESOR

  
ING. FERNANDO MADRID GUEVARA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE  
MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE  
PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C.”**

TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR EL  
TÍTULO DE:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADO POR:

PRESIDENTE :

  
\_\_\_\_\_  
ING. ANTONIO ADRIANZEN DE LAMA, Msc.

VOCAL :

  
\_\_\_\_\_  
ING. MANNOLIO HUACCHILLO CALLE, Msc.

SECRETARIO :

  
\_\_\_\_\_  
ING. VICTOR E. CRISANTO PALACIOS, Msc.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
DECANATO



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Los Miembros del Jurado Calificador de la Tesis denominada: «DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C », presentado por el señor **JASON CRISANTO AGUIRRE**, Bachiller en **INGENIERÍA INDUSTRIAL**, asesorado por el **MSc. FERNANDO MADRID GUEVARA**, Reunidos para la sustentación de ésta y luego de escuchar su exposición y las respuestas a las preguntas formuladas, la declaran:



Con el Calificativo:

APROBADA

BUENO

En consecuencia el sustentante se encuentra **apto** para recibir el título profesional de **INGENIERO INDUSTRIAL** conforme a Ley.

Piura, 16 de Setiembre del 2016

  
MSc. MANUEL ANTONIO ADRIANZEN DE LAMA  
PRESIDENTE - JURADO CALIFICADOR

  
MSc. MAMNOLIO HUACCHILLO CALLE  
VOCAL - JURADO CALIFICADOR

  
MSc. VÍCTOR ENRIQUE CRISANTO PALACIOS  
SECRETARIO - JURADO CALIFICADOR

## **DEDICATORIA**

A mis queridos padres Julio y Magaly, por sus oraciones y preocupación permanente por mi proyecto de vida, a Francisca y José, por haber sido aquellas personas que han brindado soporte emocional, a Segunda y Álvaro por ser las personas con el temple perfecto inculcado en mi formación.

A mis hermanos Mario y Sebastián, que motivan mi deseo de superación constante para así ser un ejemplo de vida a seguir.

## **AGRADECIMIENTOS**

A todas las personas que hicieron de mí lo que soy, en especial a mis padres por su gran amor y confianza puesto en mí persona, lo cual estaré eternamente agradecido. Así como a la empresa MAI SHI GROUP S.A.C y a su directorio por el apoyo que me brindaron para lograr una de mis metas.

Al cuerpo docente de la Escuela Profesional de Ingeniería Industrial por todos los conocimientos y orientación impartidos a lo largo de nuestra formación académica profesional.

Al asesor ING. FERNANDO MADRID GUEVARA por el apoyo brindado en el desarrollo de nuestra investigación siendo un gran partícipe de este resultado.

A los técnicos STALIN SUNCIÓN PALACIOS y JACCSÓN VÍLCHEZ MORE, por su disponibilidad y paciencia en el estudio de las partes físicas de la población de este proyecto.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTOS .....	vi
ÍNDICE .....	vii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCION.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2. Justificación, Importancia y Beneficiarios.....	2
1.3. Formulación del Problema .....	3
1.3.1. Pregunta general .....	3
1.3.2. Pregunta específica.....	3
1.4. Hipótesis.....	3
1.4.1. Hipótesis general .....	3
1.4.2. Hipótesis específicas .....	3
1.5. Objetivos .....	4
1.5.1. Objetivo general .....	4
1.5.2. Objetivos específicos.....	4
II. MARCO TEÓRICO .....	5
2.1. MAI SHI GROUP S.A.C.....	5
2.2. Antecedentes de investigación .....	6
2.3. Teorías relacionadas al tema .....	8
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1. Tipo y Nivel de Investigación.....	31
3.2. Modelo Teórico .....	31
3.3. Diseño de Estudio .....	32
3.4. Variables, operacionalización .....	33
3.5. Población y Muestra.....	35
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	38
3.7. Método de análisis de datos .....	39
IV. PLAN DE MANTENIMIENTO .....	40
V. ANÁLISIS DE APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO.....	66
CONCLUSIONES.....	75

<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>76</b>
<b>VI.   REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>79</b>



## **RESUMEN**

La empresa MAI SHI GROUP S.A.C presenta una indisponibilidad en la maquinaria de proceso, por la falta de mantenimiento preventivo, el objetivo de la investigación es dar a conocer en qué medida la implementación del mantenimiento preventivo elevaría el índice de disponibilidad de la maquinaria de proceso disminuyendo las horas de parada mensuales con la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo, esto llevaría a una disminución en las horas de mantenimiento y el aumento del tiempo de uso, convirtiéndolas en actividades preventivas evitando así las fallas. Se logró analizar las técnicas utilizadas para realizar las actividades con lo que se mejora dichas técnicas por consiguiente una mejora en el proceso de actividades de mantenimiento preventivo de la maquinaria de proceso.

Palabras claves: maquinaria de proceso, mantenimiento preventivo, disponibilidad, MTBF, MTTR y MTTF.

## **ABSTRACT**

The company MAI SHI GROUP SAC has a unavailability in the process machine, because of the lack of preventive maintenance, the objective of the research is to know how the preventive maintenance would increase the rate of availability of the process machine, decreasing the lazy hours monthly with the its implementation, this would lead to a decrease in maintenance hours and increased of the useful time, turning them into preventive activities avoiding failures. This leads to a bad management of the maintenance standards used in the activities of preventive maintenance of process machinery. I analyzed the applied techniques for making the activities, improving those techniques and getting better results in the activities of the preventive maintenance of the process machine.

Keywords: process machine, preventive maintenance, availability, MTBF, MTTR and MTTF.

## **I. INTRODUCCION**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

La empresa MAI SHI GROUP S.A.C. es una empresa dedicada al procesamiento de productos hidrobiológicos, cuya planta se ubica en la zona norte del Perú, distrito y provincia de Sullana departamento de Piura. Su capacidad actual total de procesamiento es de 120 TN ;cuenta con 3 salas de procesamiento, las cuales son: sala de proceso, sala de empaque y cocina, en estos ambientes es donde se llevan a cabo los procesos y en donde se encuentran ubicadas las máquinas objeto de estudio de este proyecto; además ,sus residuos hidrobiológicos son vendidos a la razón social Pacific Freezing, razón que pertenece también al grupo de inversionistas chinos, en la empresa Pacific Freezing, es donde se encargan de procesarlos en la planta de harina.

En la actualidad el mantenimiento que se viene realizando en la empresa Mai Shi Group S.A.C no es el adecuado, debido a que nunca se ha tenido un Plan Preventivo de Mantenimiento basado en métodos de ingeniería. La empresa actualmente cuenta con una variedad de máquinas y equipos involucradas con el proceso, de las cuales, algunas tienen una periodicidad de falla bastante frecuente y esto es debido a que no se les practica un mantenimiento preventivo rutinario afectando así los tiempos establecidos en el plan de producción.

En la gerencia de mantenimiento de la empresa, no hay indicadores definidos para realizar un mantenimiento preventivo, como la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia y productividad para poder establecer parámetros y llevar un mejor control de las máquinas y esto trae como consecuencia el deterioro de las mismas. Al no estar establecidos los indicadores antes mencionados es que siempre se está practicando solo mantenimientos correctivos, reduciendo así su vida útil pues está demostrado que al solo practicar mantenimientos correctivos disminuyen los porcentajes de duración de las máquinas.

Debido a la necesidad de la empresa de establecer una política de gestión valedera en la gerencia de mantenimiento y con fundamentos en ingeniería, es que se

desarrolla este proyecto basado con los siguientes indicadores en Disponibilidad, Tiempo Medio para Fallar (MTTF) y Tiempo Medio para Reparar Fallas (MTTR).

## **1.2. Justificación, Importancia y Beneficiarios**

### **1.2.1. Justificación**

En los últimos meses la empresa Mai Shi Group S.A.C está atravesando un proceso de acreditación llamado "British Retail Consortium" (BRC GLOBAL STANDARDS) el cual le permitirá exportar a varios países de la comunidad europea, pero para obtener esta certificación, (la cual se basa en certificar asuntos relacionados a la calidad e inocuidad del producto), la empresa debe cumplir ciertos requisitos que involucran a todas las gerencias y para la de mantenimiento es necesario contar con un Plan Preventivo de Mantenimiento para todas las máquinas involucradas en el proceso in situ. Además se podrá registrar y controlar los procesos, para dar así una respuesta inmediata a los diferentes departamentos que soliciten información y/o recursos, en el momento en que lo requieran evitando pérdida de tiempo.

### **1.2.2. Importancia:**

Los equipos de proceso no deben tener ninguna falla en su operación ya que son elementos importantes en la cadena productiva, un mal diagnóstico en la falla me generará una mala reparación y así los tiempos medios entre fallas serán cortos, ocasionando paradas no programadas así como también exceso de uso de repuestos, esto afectaría directamente a los costos e intereses de la empresa MAI SHI GROUP S.A.C.

### **1.2.3. Beneficiarios de la Investigación:**

Las Empresa MAI SHI GROUP S.A.C pues tiene como finalidad acreditarse con la norma "BRITISH RETAIL CONSORTIUM" para lograr obtener la certificación que demuestra su calidad e inocuidad en el proceso, necesitan obligatoriamente, entre otros documentos, crear un Plan Preventivo de Mantenimiento para así demostrar que se siguen los pasos y normas estipuladas en el mantenimiento de las máquinas, que no tienden a contaminar el producto al presentarse alguna falla.

### **1.3. Formulación del Problema**

#### **1.3.1. Pregunta general**

¿Cómo diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de proceso de la empresa MAI SHI GROUP S.A.C?

#### **1.3.2. Pregunta específica**

¿Cómo reducir el tiempo medio para reparar fallas mediante el análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de los equipos del proceso?

¿Cómo incrementar el tiempo medio para fallar mediante la elaboración de procedimientos de mantenimiento de los equipos de proceso?

¿Cuánto se incrementa el nivel de conocimientos mediante la capacitación a los trabajadores de mantenimiento?

### **1.4. Hipótesis**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

Con el diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo se puede incrementar el tiempo medio entre fallas y reducir el tiempo medio para reparar fallas para los equipos de proceso de la empresa MAI SHI GROUP S.A.C.

#### **1.4.2. Hipótesis específicas**

Con el análisis modal de fallas y efectos (AMFE) se puede reducir el tiempo medio para reparar fallas de los equipos de proceso.

Con la elaboración de procedimientos de mantenimiento se puede incrementar el tiempo medio para fallar de los equipos de proceso.

Con las capacitaciones al personal se puede incrementar el nivel de conocimiento de los operarios.

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo general**

Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para los equipos de proceso en la empresa MAI SHI GROUP S.A.C

### **1.5.2. Objetivos específicos**

Reducir el tiempo medio para reparar fallas mediante análisis modal de fallos y efectos (AMFE) de los equipos de proceso.

Incrementar el tiempo medio para fallar mediante elaboración de procedimientos de mantenimiento de los equipos de proceso.

Incrementar el nivel de conocimiento de los operarios mediante la capacitación en temas de mantenimiento preventivo.

## **II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. MAI SHI GROUP S.A.C**

MAI SHI GROUP S.A.C es una empresa privada constituida y adecuada a la Ley de Sociedades Anónima Cerrada, sus accionistas cuentan con experiencia en el sector pesquero y tiene como objeto social dedicarse a las actividades extractivas, procesamiento, comercialización interna y externa de recursos hidrobiológicos. Cuentan con una planta de procesamiento de pota pre cocido congelado que inicia sus operaciones el 20 de septiembre del 2004, con registro único del contribuyente RUC 20509468606 con domicilio fiscal en AV. JAVIER PRADO NRO. 4065 URB. SANTA CONSTANZA en Lima / Lima / Santiago de Surco y su planta procesadora está ubicada en la zona industrial de Sullana, Distrito Sullana, provincia Sullana, departamento de Piura

MAI SHI GROUP S.A.C busca orientar al grupo hacia el desarrollo sostenible, procurando un acuerdo equilibrio entre el respeto al medio ambiente, el fomento del progreso y bienestar social y los intereses económicos, con el propósito de crear valor de forma permanente.

Tiene como misión: “Somos una empresa procesadora de productos hidrobiológicos, orientada a desarrollar, producir, comercializar y distribuir productos alimenticios de calidad que superen las expectativas de clientes y consumidores, generando valor para nuestros accionistas, beneficios a nuestros trabajadores y tratando justa y profesionalmente a nuestros socios comerciales”

Su visión a cumplir dice: “Visualizamos en tres años una estructura funcional de procuración para consolidar el liderazgo en el mercado nacional e internacional, expandiendo la introducción de nuestros productos alimenticios de origen hidrobiológicos en nuevos mercados, para situarnos como una de las empresas de mayor crecimiento a nivel mundial.”

## **2.2. Antecedentes de investigación**

ZAPATA (2009), realizó la investigación “Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento preventivo para los equipos de la planta HYL II en la siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” desarrollado para obtener el título de “Ingeniero Industrial”. El objetivo principal de este proyecto consistió en Diseñar un sistema de gestión de mantenimiento preventivo programado para la ejecución de las Reparaciones Programadas (RP) en la planta HyL II en la Siderúrgica del Orinoco “Alfredo Maneiro” (SIDOR). Utilizando el diagrama de Pareto simultáneamente con un análisis de fallas se determinó las principales causas por medio de la cual las Cintas Transportadoras 101 – VX y 102 – VX fueron las que presentaron más fallas y el tiempo de demora por reparación, los cuales fueron muy elevados. Se pudo observar también mediante la aplicación del método del Semáforo que la mayor proporción de los equipos estudiados se encuentran en el rango crítico (menor a 70%), lo cual indica que la Gerencia de Mantenimiento de HyL II no está cumpliendo con las tareas de mantenimiento según el programa establecido.

FABIAN RIJALBA (2003), realizó la investigación “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble” para optar el título de “Ingeniero Mecánico”. El objetivo principal de este proyecto se basa en Realizar un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble, brindando a la empresa las herramientas necesarias para llevar a cabo un buen mantenimiento de su planta, logrando reducir así costos de mantenimiento y aumentar la producción. Con el uso de éste programa, se lograron mejoras en el área de extracción, se redujo los taponamientos en las tuberías de transferencia de extracto y agua, así como también en los intercambiadores de calor.

COY (2010) en su investigación “Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y mejora del sistema de extracción de vapores inflamable ,en la empresa transproductos S.A- Guatemala” en sus conclusiones, el autor expresa que un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, es más efectivo que el mantenimiento correctivo aplicado actualmente, debido que se tiene una programación de las actividades, que deben de efectuarse en cada una de las máquinas con una



frecuencia determinada, para anticiparse a cualquier falla o anomalía y mantenerlas en óptimas condiciones de funcionalidad.

ÁLAMO (2013) realizó la investigación “Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar el índice de disponibilidad de las cosechadoras de Caña 3520 de la Empresa Agrícola Del Chira S.A Caña Brava –Sullana” con finalidad de mejorar el índice disponibilidad de las cosechadoras la siguiente investigación logro implementar el control de las maquinarias, intervenidas durante la parada de las Reparaciones Programadas (RP) y tener registro de fallas. Utilizando software SAP planeación y control. Metodología en la empresa Agrícola del Chira S.A se estableció la implementación del mantenimiento preventivo mediante planes de mantenimiento en cada una de las cosechadoras de caña para este fin se estableció los siguientes pasos: Guía de identificación de problemas. Análisis de fallas. Realización de Cuadros Estadísticos e interpretación. Análisis de las causas de los problemas. Evaluación del personal. Dividir la instalación en partes lógicas. Elaborar y emitir instrucciones de mantenimiento preventivo. Localizar y / o elaborar manuales de los equipos. Elaborar un inventario gestionado. Establecer la programación. Verificar la eficacia del programa y hacer mejoras. Conclusiones. La presente investigación ha tratado de demostrar el Índice de disponibilidad de todas las máquinas de un 64% promedio de las 7 máquinas a un 74% de las mismas gracias al análisis de fallas que se realizó, y las mejoras en los Checklist. Se pudo mejorar las inspecciones de mangueras a través de los Checklist adicionalmente se cambió de proveedor que implemento una máquina para el ensamblado de mangueras, de mayor calidad y resistencia para así evitar problemas en el prensado y prolongar el desgaste de las mismas, se bajó el número de consumo de mangueras en un 22%.En los gastos de Reparaciones y Trabajos a Terceros, no hubo un cambio a lo contrario se aumentó en un 54% debido a los costos que tiene el proveedor, pero se aumentó en prevenir antes de que sufran rupturas o desgastes elementos que se encuentran en constante desgaste. Con esta investigación ayudó a mejorar en parte los indicadores de caña cosechada para el 2012 vs el 2011 teniendo mayor control aumentando en un 35%.

## **2.3. Teorías relacionadas al tema**

### **2.3.1. Mantenimiento**

Según Aguilar (2009) la Asociación Francesa de Normalización (AFNOR) define al mantenimiento como conjunto de actividades destinadas a mantener o establecer un bien a un estado a unas condiciones dadas de seguridad en el funcionamiento, para cumplir con una función requerida.

Estas actividades suponen una combinación de prácticas técnicas, administrativas y de gestión. Existen diferentes tipos de mantenimiento.

En resumen mantenimiento es asegurar que todo activo continúe desempeñando las funciones deseadas.

#### **2.3.1.1. Objetivos del mantenimiento**

- Asegurar la competitividad de la empresa por medio de:
- Garantizar la disponibilidad y confiabilidad planeadas de la función deseada.
- Satisfacer todos los requisitos del sistema de calidad de la empresa.
- Cumplir todas las normas de seguridad y medio ambiente, y maximizar el beneficio para la empresa.

#### **2.3.1.2. Tipos de mantenimiento**

Tradicionalmente, se han distinguido cinco tipos de mantenimiento, que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen.

##### **➤ Mantenimiento Preventivo**

Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las intervenciones de sus puntos vulnerables en el momento más oportuno. Suele tener un carácter sistemático, es decir, se interviene aunque el equipo no haya dado ningún síntoma de tener un problema.

### ➤ **Mantenimiento Correctivo**

Es el conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos.

### ➤ **Mantenimiento Predictivo**

Es el que persigue conocer e informar permanentemente del estado y operatividad de las instalaciones mediante el conocimiento de los valores de determinadas variables, representativas de tal estado y operatividad.

Para aplicar este mantenimiento, es necesario identificar variables físicas (temperatura, vibración, consumo de energía, etc.) cuya variación sea indicativa de problemas que puedan estar apareciendo en el equipo.

Es el tipo de mantenimiento más tecnológico, pues requiere de medios técnicos avanzados, y en ocasiones, de fuertes conocimientos matemáticos, físicos y/o técnicos.

### ➤ **Mantenimiento Cero Horas (OVERHAUL)**

Es el conjunto de tareas cuyo objetivo es revisar los equipos a intervalos programados bien antes de que aparezca ningún fallo, bien cuando la fiabilidad del equipo ha disminuido apreciablemente de manera que resulta arriesgado hacer previsiones sobre su capacidad productiva. Dicha revisión consiste en dejar el equipo a Cero horas de funcionamiento, es decir, como si el equipo fuera nuevo.

### ➤ **Mantenimiento en uso**

Es el mantenimiento básico de un equipo realizado por los usuarios del mismo. Consiste en una serie de tareas elementales (tomas de datos, inspecciones visuales, limpieza, lubricación, ajuste de tornillos) para las que no es necesario una gran formación, sino tal solo un entrenamiento breve.

Este tipo de mantenimiento es la base del TPM, por sus siglas en inglés Total Productive Maintenance (Mantenimiento Productivo Total).

### **2.3.2. Modelos de Mantenimiento**

Según Aguilar (2009) cada uno de los modelos que se exponen a continuación incluye varios de los tipos anteriores de mantenimiento, en la proporción que se indica.

Esto es así porque está demostrado que la realización de estas dos tareas en cualquier equipo es rentable. Incluso en el modelo más sencillo (Modelo Correctivo), en el que prácticamente abandonamos el equipo a su suerte y no nos ocupamos de él hasta que no se produce una avería, es conveniente observarlo al menos una vez al mes y lubricarlos con productos adecuados a sus características.

Las inspecciones visuales prácticamente no cuestan dinero. Esta inspección nos permitirá detectar averías de manera precoz, y su resolución generalmente será más económica cuanto antes detectemos el problema.

Hecha esta puntualización, podemos definir ya los diversos modelos de mantenimiento posibles.

#### **2.3.2.1. Modelo Correctivo**

Este modelo es el más básico, e incluye, además de las inspecciones visuales y la lubricación mencionadas anteriormente, la reparación de averías que surjan. Es aplicable, como veremos, a equipos con el más bajo nivel de criticidad, cuyas averías no suponen ningún problema, ni económico ni técnico. En este tipo de equipos no es rentable dedicar mayores recursos ni esfuerzos.

#### **2.3.2.2. Modelo Condicional**

Incluye las actividades del modelo anterior, y además, la realización de una serie de pruebas o ensayos, que condicionarán una actuación posterior. Si tras las

pruebas descubrimos una anomalía, programaremos una intervención; si por el contrario, todo es correcto, no actuaremos sobre el equipo.

Este modelo de mantenimiento es válido en aquellos equipos de poco uso, o equipos que a pesar de ser importantes en el sistema productivo su probabilidad de fallo es baja.

### **2.3.2.3. Modelo Sistemático**

Este modelo incluye un conjunto de tareas que realizaremos sin importarnos cuál es la condición del equipo; realizaremos, además, algunas mediciones y pruebas para decidir si realizamos otras tareas de mayor envergadura; y por último, resolveremos las averías que surjan.

Es un modelo de gran aplicación en equipos de disponibilidad media, de cierta importancia en el sistema productivo y cuyas averías causan algunos trastornos.

Es importante señalar que un equipo sujeto a un modelo de mantenimiento sistemático no tiene por qué tener todas sus tareas con una periodicidad fija.

Simplemente, un equipo con este modelo de mantenimiento puede tener tareas sistemáticas, que se realicen sin importar el tiempo que lleva funcionando o el estado de los elementos sobre los que se trabaja.

Es la principal diferencia con los dos modelos anteriores, en los que para realizar una tarea debe presentarse algún síntoma de fallo.

Un ejemplo de equipo sujeto a este modelo de mantenimiento es un reactor discontinuo, en el que las materias que deben reaccionar se introducen de una sola vez, tiene lugar la reacción, y posteriormente se extrae el producto de la reacción, antes de realizar una nueva carga. Independientemente de que este reactor esté duplicado o no, cuando está en operación debe ser fiable, por lo que se justifica realizar una serie de tareas con independencia de que hayan presentado algún síntoma de fallo.

#### **2.3.2.4. Modelo de mantenimiento de alta disponibilidad**

Es el modelo más exigente y exhaustivo de todos. Se aplica en aquellos equipos que bajo ningún concepto pueden sufrir una avería o un mal funcionamiento. Son equipos a los que se exige, además, unos niveles de disponibilidad altísimos, por encima del 90%.

La razón de un nivel tan alto de disponibilidad es en general el alto costo en producción que tiene una avería. Con una exigencia tan alta, no hay tiempo para el mantenimiento que requiera parada del equipo (correctivo, preventivo sistemático).

Para mantener estos equipos es necesario emplear técnicas de mantenimiento predictivo, que nos permitan conocer el estado del equipo con él en marcha, y a paradas programadas, que supondrán una revisión general completa, con una frecuencia generalmente anual o superior. En esta revisión se sustituyen, en general, todas aquellas piezas sometidas a desgaste o con probabilidad de fallo a lo largo del año (piezas con una vida inferior a dos años).

Estas revisiones se preparan con gran antelación, y no tienen que ser exactamente iguales año tras año.

Como quiera que sea en este modelo no se incluye el mantenimiento correctivo, es decir, el objetivo que se busca en este equipo es cero averías, en general no hay tiempo para subsanar convenientemente las incidencias que ocurren, siendo conveniente en muchos casos realizar reparaciones rápidas provisionales que permitan mantener el equipo en marcha hasta la próxima revisión general. Por tanto, la Puesta a Cero anual debe incluir la resolución de todas aquellas reparaciones provisionales que hayan tenido que efectuarse a lo largo del año.

#### **2.3.3. Importancia del mantenimiento**

Según Aguilar (2009) las civilizaciones brillan no solo por el esplendor de sus pensamientos, sino también por su realización de técnicas.

Existen en la actualidad y a medida que pasa el tiempo equipos más y más complejos de los que cada vez se benefician más personas, se encuentran sometidos a todo tipo de desgaste, por el simple hecho de su utilización, como desgaste por roce, abrasión, erosión, corrosión, deformación por esfuerzos térmicos, etc. Estas distintas fuerzas pueden entrañar a su vez en diversos tipos de defecto:

- Parcial. Defecto que tiene como resultado el que el bien solo pueda cumplir con parte de las funciones requeridas, o solo pueda cumplir con ellas de una manera limitada.
- Completo. Defecto que entraña la incapacidad para cumplir con todas las funciones requeridas.
- Súbito. Fallo brusco debido a una evolución casi instantánea de las características de un bien.
- Progresivo. Defecto debido a una evolución en el tiempo de las características de un bien.

En general los fallos progresivos pueden preverse con una inspección o control previo, y ser evitados mediante la puesta en marcha de políticas de mantenimiento.

La función del mantenimiento se revela, por consiguiente, necesaria para evitar en la medida de lo posible la aparición de fallos o llegado el caso para subsanación del mismo.

Ciertamente, la sustitución del equipo por uno nuevo cuando se produce una avería, o mejor, antes de producirse suprimirá casi en su totalidad la necesidad de su mantenimiento, esto no resulta posible en ciertos casos, como por ejemplo en los motores de un transporte en funcionamiento.

El costo directo de la puesta en marcha del mantenimiento solo constituye uno más de los factores económicos a tener en cuenta por la empresas, mientras los costos indirectos, es decir, los derivados de la falta de disponibilidad o deterioro de las funciones de los equipos, si presentan un factor económico de primer orden en ellas.

Las repercusiones económicas por la pérdida de la producción por paro, falta de disponibilidad o deterioro de la función y de los costos de falta de calidad que pudiera derivarse.

En resumen, la función del mantenimiento presenta una importancia capital:

- Desde una perspectiva económica, en lo que concierne al control de sus costos directos ya los costos atribuibles a la falta de disponibilidad o el deterioro de la función de los equipos.
- Desde la perspectiva de la seguridad de las personas y de los bienes.

#### **2.3.4. Mantenimiento preventivo**

##### **2.3.4.1. Definición**

Según Tello (2014) acción de carácter periódica y permanente que tiene la particularidad de prever anticipadamente el deterioro, producto del uso y agotamiento de la vida útil de componentes, partes, piezas, materiales y en general, elementos que constituyen la infraestructura o la planta física, permitiendo su recuperación, restauración, renovación y operación continua, confiable, segura y económica, sin agregarle valor al establecimiento.

La programación de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido y no a una demanda del operario o usuario; también es conocido como Mantenimiento Preventivo.

Su propósito es prever las fallas manteniendo los sistemas de infraestructura, equipos e instalaciones productivas en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos.

Este mantenimiento también es denominado “mantenimiento planificado”, tiene lugar antes de que ocurra una falla o avería, se efectúa bajo condiciones controladas sin la existencia de algún error en el sistema. Se realiza a razón de la experiencia y pericia del personal a cargo, los cuales son los encargados de determinar



el momento necesario para llevar a cabo dicho procedimiento; el fabricante también puede estipular el momento adecuado a través de los manuales técnicos.

#### **2.3.4.2. Características**

El mantenimiento preventivo presenta las siguientes características:

- Se realiza en un momento en que no se está produciendo, por lo que se aprovechan las horas ociosas de la planta.
- Se lleva a cabo un programa previamente elaborado donde se detalla el procedimiento a seguir, y las actividades a realizar, a fin de tener las herramientas y repuestos necesarios listos para cuando se requieran.
- Cuenta con una fecha programada, además de un tiempo de inicio y de terminación preestablecido y aprobado por la directiva de la empresa.
- Está destinado a un área en particular y a ciertos equipos específicamente. Aunque también se puede llevar a cabo un mantenimiento generalizado de todos los componentes de la planta.
- Permite a la empresa contar con un historial de todos los equipos, además brinda la posibilidad de actualizar la información técnica de los equipos.
- Permite contar con un presupuesto aprobado por la directiva.
- La característica principal de este tipo de Mantenimiento es la de inspeccionar los equipos y detectar las fallas en su fase inicial, y corregirlas en el momento oportuno.

#### **2.3.4.3. Nociones generales**

Con un buen Mantenimiento Preventivo, se obtiene experiencias en la determinación de causas de las fallas repetitivas o del tiempo de operación seguro de un equipo, así como a definir puntos débiles de instalaciones, máquinas, etc.

El mantenimiento preventivo consiste en crear un ambiente favorable para el sistema y conservar limpias todas las partes que lo componen. El mayor número de fallas que presentan los equipos es por la acumulación de polvo en los componentes internos, ya que este actúa como aislante térmico.

El calor generado por los componentes no puede dispersarse adecuadamente porque es atrapado en la capa de polvo.

Las partículas de grasa y aceite que pueda contener el aire del ambiente se mezclan con el polvo, creando una espesa capa aislante que refleja el calor hacia los demás componentes, con lo cual se reduce la vida útil del sistema en general. Por otro lado, el polvo contiene elementos conductores que pueden generar cortocircuitos entre las trayectorias de los circuitos impresos y tarjetas de periféricos.

Si se requiere prolongar la vida útil del equipo y hacer que permanezca libre de reparaciones por muchos años se debe de realizar la limpieza con frecuencia.

El medio ambiente que rodea al sistema encuentra en él un imán de polvo, se preguntará y esto en qué me afecta. Pues resulta que el polvo, aunado a un ambiente húmedo o muy seco puede ser un magnífico conductor eléctrico, lo cual puede provocar pequeñas fallas en los componentes electrónicos, asimismo el polvo acumulado reduce la eficiencia de los ventiladores de enfriamiento y puede actuar como un manto aislante que conserva el calor y no permite que la irradiación de éste se aleje de los componentes. De este modo, se debe limpiar el sistema, tomando en cuenta que dependiendo del medio ambiente que lo rodee dependerá la periodicidad con que se lleve a cabo ésta tarea.

Ahora bien, si ya se está dispuesto a dar mantenimiento al sistema, será conveniente establecer medidas de seguridad y más o menos determinar cuál será el área de trabajo ideal para abrir al sistema. La mayor de las veces que uno realiza un trabajo, cualquiera que sea éste, es necesario siempre contar con todo el material, herramientas y área de trabajo adecuados para llevar a buen término dicha tarea. Un ejemplo muy simple es el siguiente: si al retirar una tuerca para remover una pieza mecánica, no cuento con una llave adecuada, y por falta de tiempo utilizo unas pinzas de presión, de momento se soluciona el problema, pero al no utilizar la llave adecuada se pueden ocasionar problemas que van desde el maltrato de la tuerca en el menor de los casos, y en el peor su deformación por la aplicación excesiva de presión, con la consecuencia de quedar inutilizada y tener que retardar el término de la tarea.

Una iluminación adecuada es indispensable para poder observar las áreas que se limpiarán, a la par de una mejor identificación de los componentes para evitar confusiones al momento de conectar los diferentes cables que hay dentro del sistema.

#### **2.3.4.4. Ventajas**

¿Porque el mantenimiento preventivo aumenta la eficiencia de las instalaciones?

El realizar mantenimiento preventivo en instalaciones eléctricas de manera organizada y pro-activa genera muchos beneficios, por mencionar algunos:

- Aumento de la disponibilidad. A través del aumento del tiempo entre fallas y la disminución del tiempo medio de reparaciones.
- Aumento de la productividad. Esto por medio de una mejor planeación y organización.
- Reducción de costos de tercerización. Debido a una mejor planeación, un menor número de solicitudes de servicios de emergencia y una menor cantidad de picos de servicio.
- Reducción de inventarios. A través del establecimiento de planes de trabajo que identifican con exactitud cuáles son los materiales requeridos y cuando serán necesarios para su aplicación en órdenes de trabajo.
- Reducción de compra de materiales. Debido a las mejores prácticas y decisiones de compra y a un menor número de compras de emergencia.
- Reducción de consumo de energía eléctrica. A través de la implementación de rutas de inspección de puntos donde hay mayores pérdidas de energía.

#### **2.3.4.5. Desventajas**

- Representa una inversión inicial en infraestructura y mano de obra. El desarrollo de planes de mantenimiento se debe realizar por técnicos especializados.
- Si no se hace un correcto análisis del nivel de mantenimiento preventivo, se puede sobrecargar el costo de mantenimiento sin mejoras sustanciales en la disponibilidad.

- Los trabajos rutinarios cuando se prolongan en el tiempo produce falta de motivación en el personal, por lo que se deberán crear sistemas imaginativos para convertir un trabajo repetitivo en un trabajo que genere satisfacción y compromiso, la implicación de los operarios de preventivo es indispensable para el éxito del plan.

#### **2.3.5. Plan de mantenimiento preventivo**

El problema para desarrollar un plan de mantenimiento preventivo para un determinado equipo consiste en determinar:

- Que debe inspeccionarse.
- Con qué frecuencia se debe inspeccionar y evaluar.
- A qué debe dársele servicio.
- Con qué periodicidad se debe dar el mantenimiento preventivo.
- A qué componentes debe asignárseles vida útil.
- Cuál debe ser la vida útil de dichos componentes.

##### **2.3.5.1. Recursos técnicos**

Para determinar los puntos anteriores se recurre a:

- Recomendación del fabricante.
- Recomendación de otras instalaciones similares.
- Experiencias propias.
- Análisis de ingeniería.

##### **2.3.5.2. Inspección**

Para determinar lo que debe inspeccionarse se dan a continuación las recomendaciones siguientes:

- Todo lo susceptible de falla mecánica progresiva, como desgaste, corrosión y vibración.

- Todo lo expuesto a falla por acumulación de materias extrañas: humedad, envejecimiento de materiales aislantes, etc.
- Todo lo que sea susceptible de fugas, como es el caso de sistemas hidráulicos, neumáticos, de gas y tuberías de distribución de fluidos.
- Lo que con variación, fuera de ciertos límites, puede ocasionar fallas como niveles de depósito de sistemas de lubricación, niveles de aceite aislante, niveles de agua.
- Los elementos regulares de todo lo que funcione con características controladas de presión, gasto, temperatura, holgura mecánica, voltaje, etc.

#### **2.3.5.3. Clasificación de componentes**

- Componentes no reparables. Aquellos que se desechan al agotar su vida útil o al fallar.
- Componentes reparables o reconstruibles. Aquellos que al agotar su vida útil o al fallar se sustituyen y se envían a talleres para su inspección, reparación, ajuste, calibración, pruebas, etc., después de lo cual quedan disponibles para ser instalados de nuevo.

#### **2.3.5.4. Planeación del trabajo de mantenimiento**

La planeación permite estimar las actividades que estarán sujetas a la cantidad y calidad de mano de obra necesaria, los materiales y refacciones que se deberán emplear, así como el equipo y el tiempo probables en el trabajo que se pretende desarrollar.

La planeación debe prever tiempos muertos por factores diversos, cuya probabilidad de ocurrencia y lapsos los da la experiencia.

#### **2.3.5.5. Políticas de Mantenimiento**

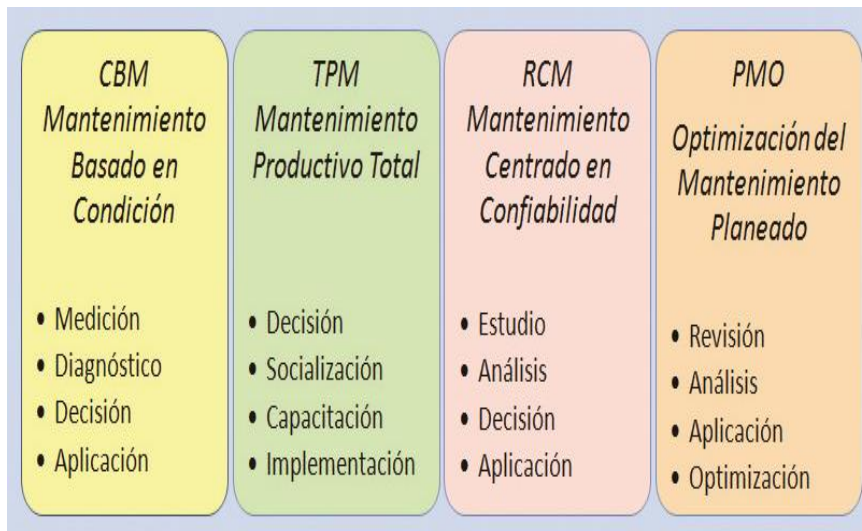
Cuando se pone en práctica una política de mantenimiento, esta requiere de la existencia de un Plan de Operaciones, el cual debe ser conocido por todos y debe haber sido aprobado previamente por las autoridades de la organización. Este Plan permite desarrollar paso a paso una actividad programa en forma metódica y sistemática, en un lugar, fecha, y hora conocido.

A continuación se enumeran algunos puntos que el Plan de Operaciones no puede omitir:

- Determinación del personal que tendrá a su cargo el mantenimiento, esto incluye, el tipo, especialidad, y cantidad de personal.
- Determinación del tipo de mantenimiento que se va a llevar a cabo.
- Fijar fecha y el lugar donde se va a desarrollar el trabajo.
- Fijar el tiempo previsto en que los equipos van a dejar de producir, lo que incluye la hora en que comienzan las acciones de mantenimiento, y la hora en que deben de finalizar.
- Determinación de los equipos que van a ser sometidos a mantenimiento, para lo cual debe haber un sustento previo que implique la importancia y las consideraciones tomadas en cuenta para escoger dichos equipos.
- Señalización de áreas de trabajo y áreas de almacenamiento de partes y equipos.
- Stock de equipos y repuestos con que cuenta el almacén, en caso sea necesario reemplazar piezas viejas por nuevas.
- Inventario de herramientas y equipos necesarios para cumplir con el trabajo.
- Planos, diagramas, información técnica de equipos.
- Plan de seguridad frente a imprevistos.
- Luego de desarrollado el mantenimiento se debe llevar a cabo la preparación de un informe de lo actuado, el cual entre otros puntos debe incluir:
  - Los equipos que han sido objeto de mantenimiento
  - El resultado de la evaluación de dichos equipos
  - Tiempo real que duro la labor
  - Personal que estuvo a cargo
  - Inventario de piezas y repuestos utilizados
  - Condiciones en que responde el equipo (reparado) luego del mantenimiento
  - Conclusiones

#### **2.3.5.6. Estrategias De Mantenimiento**

Según Aguilar (2009) a lo largo de la historia del mantenimiento se han desarrollado diversas estrategias para la perfecta aplicación y desarrollo del mismo, así tenemos:



**Figura 2.1: Estrategias de Mantenimiento**

**Fuente:** Baralt (2005)

### 2.3.6. Indicadores del mantenimiento

Cuando se emprende cualquier actividad es necesario definir una serie de indicadores que cuantifiquen la eficacia y eficiencia de dichas actividades. De este modo se puede evaluar de forma objetiva si se consiguen los objetivos que se pretendían con la realización de dicha actividad.

#### 2.3.6.1. Disponibilidad

La disponibilidad es el principal parámetro asociado al mantenimiento, dado que limita la capacidad de producción.

Se define como la probabilidad de que una máquina o sistema esté preparada para producción en un periodo de tiempo determinado, o sea que no esté parada por averías o ajustes.

$$D = \frac{T_o}{T_o + T_p} \quad [\text{Disponibilidad}]$$

$T_o$  = Tiempo total de operación

$T_p$  = Tiempo total de parada

Los periodos de tiempo nunca incluyen paradas planificadas, ya sea por convenios laborales, por mantenimiento planificado, o por paradas de producción, dado que estas no son debidas al fallo de la máquina.

Aunque la anterior es la definición natural de disponibilidad, se suele definir de forma más práctica a través de los tiempos medios entre fallos y de reparación, dado que son los datos que se conocerán para cada sistema.

Así, se tiene que:

$$D = \frac{TMEF}{TMEF + TMDR} \quad [\text{Disponibilidad}]$$

$TMEF = MTBF = \text{Tiempo Medio Entre Fallos}$

$TMDR = MTTR = \text{Tiempo Medio de Reparación}$

#### **2.3.6.2. Fiabilidad**

La fiabilidad es la probabilidad de que un determinado equipo o instalación desarrolle su función, bajo unas condiciones específicas, y durante un tiempo determinado.

Por tanto, la media de tiempos entre fallos (TMEF) caracteriza la fiabilidad de la máquina.

#### **2.3.6.3. Mantenibilidad**

La mantenibilidad es la probabilidad de que un equipo en estado de fallo sea restablecido a una condición especificada, dentro de un período de tiempo dado, y usando unos recursos determinados.

Por tanto, la media de tiempos de reparación (TMDR) caracteriza la mantenibilidad del equipo.



#### 2.3.6.4. Eficacia total de los equipos (OEE)

El OEE, por sus siglas en inglés Overall Equipment Effectiveness (Eficacia total de los equipos), es un indicador que se emplea para definir la eficiencia total de los equipos, al englobar bajo un sólo índice los tres parámetros fundamentales relacionados con el funcionamiento de los equipos de producción.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} * \text{Rendimiento} * \text{Calidad}$$

#### 2.3.6.5. Rendimiento

El rendimiento contempla la pérdida de eficiencia de un determinado equipo como una disminución de su capacidad de producción frente a la nominal o esperada.

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ total de unidades}}{\text{Tiempo de operación} \cdot \text{Capacidad nominal}}$$

#### 2.3.6.6. Calidad

La calidad es el indicador de las pérdidas por fabricación defectuosa de los productos, ya sea al fabricar unidades que directamente deben ser desechadas como aquellas que requieran ser reprocesadas.

$$\text{Calidad} = \frac{N^{\circ} \text{ de unidades válidas}}{N^{\circ} \text{ total de unidades fabricadas}}$$

#### 2.3.7. Mantenimiento Productivo Total (TPM)

##### 2.3.7.1. ¿Qué es TPM?

TPM (Total Productive Maintenance), que traducido al español es Mantenimiento Productivo Total.

Este es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de mantenimiento preventivo creado en la industria de los Estados Unidos.

Es una estrategia compuesta por una serie de actividades ordenadas que una vez implantadas ayudan a mejorar la competitividad de una organización industrial o de servicios. Se considera como estrategia, ya que ayuda a crear capacidades competitivas a través de la eliminación rigurosa y sistemática de las deficiencias de los sistemas operativos.

Permite diferenciar una organización en relación a su competencia debido al impacto en la reducción de los costes, mejora de los tiempos de respuesta, fiabilidad de suministros, el conocimiento que poseen las personas y la calidad de los productos y servicios finales.

#### **2.3.7.2. Metas**

- Maximizar la eficacia de los equipos.
- Involucrar en el mismo a todos las personas y equipos que diseñan, usan o mantienen los equipos.
- Obtener un sistema de Mantenimiento Productivo para toda la vida del equipo.
- Involucrar a todos los empleados, desde los trabajadores a los directivos.
- Promover el TPM mediante motivación de grupos activos en la empresa.

#### **2.3.7.3. Objetivos**

Los objetivos que busca este mantenimiento son:

- Cero averías en los equipos.
- Cero defectos en la producción.
- Cero accidentes laborales.
- Mejorar la producción.
- Minimizar los costes.

Estas acciones deben conducir a la obtención de productos y servicios de alta calidad, mínimos costes de producción, alta moral en el trabajo y una imagen de empresa excelente. No solo debe participar las áreas productivas, se debe buscar la

eficiencia global con la participación de todas las personas de todos los departamentos de la empresa. La obtención de las "cero pérdidas" se debe lograr a través de la promoción de trabajo en grupos pequeños, comprometidos y entrenados para lograr los objetivos personales y de la empresa.

#### **2.3.7.4. Características**

Entre las características más significativas tenemos o son:

- Acciones de mantenimiento en todas las etapas del ciclo de vida del equipo.
- Participación amplia de todas las personas de la organización.
- Es observado como una estrategia global de empresa, en lugar de un sistema para mantener equipos.
- Orientado a la mejora de la Efectividad Global de las operaciones, en lugar de prestar atención a mantener los equipos funcionando.
- Intervención significativa del personal involucrado en la operación y producción en el cuidado y conservación de los equipos y recursos físicos.
- Procesos de mantenimiento fundamentados en la utilización profunda del conocimiento que el personal posee sobre los procesos.

El TPM se orienta a la mejora de dos tipos de actividades directivas:

- Dirección de operaciones de mantenimiento y
- Dirección de tecnologías de mantenimiento.

#### **2.3.7.5. Inconvenientes**

- Proceso de implementación lento y costoso.
- Cambio de hábitos productivos.
- Implicación de trabajar juntos todos los escalafones laborales de la empresa.

### **2.3.7.6. Pilares**

Los procesos fundamentales han sido llamados por el JIPM como "pilares". Estos pilares sirven de apoyo para la construcción de un sistema de producción ordenado. Se implantan siguiendo una metodología disciplinada, potente y efectiva. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una organización son:

### **2.3.8. Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)**

#### **2.3.8.1. Introducción a la confiabilidad**

La confiabilidad es una de las características del rendimiento de un sistema donde la precisión en la evaluación de la confiabilidad de un sistema depende del conocimiento de sus modos de falla.

La precisión en la predicción de la confiabilidad es también crucial desde el punto de vista económico. La confiabilidad de un ítem determina la productividad operativa del mismo, así como los gastos de reparación y mantenimiento. Puede asimismo determinar el intervalo en que se distribuyen los costos operativos, y en el que se obtienen ingresos o servicios. Por tanto, la confiabilidad es un factor central para determinar el costo del ciclo de vida de un ítem.

Además de las consideraciones relativas al costo del ciclo de vida, la prevención de accidentes es generalmente muy importante. La confiabilidad es claramente un factor esencial en la seguridad de un producto. Con esta motivación, los métodos desarrollados para el análisis de confiabilidad son bastante amplios y han probado su gran eficacia en muchos casos a la hora de asegurar una longevidad adecuada de los sistemas.

#### **2.3.8.2. Definición**

La palabra confiabilidad tiene una definición técnica precisa la cual se describe a continuación:

*"Confiabilidad es la probabilidad de que un dispositivo realice adecuadamente su función prevista a lo largo del tiempo, cuando opera en el entorno para el que ha sido diseñado".*

Debe observarse que hay cuatro puntos importantes dentro de esta definición. Estos son: (1) probabilidad; (2) un funcionamiento adecuado; (3) calificación con respecto al entorno; y (4) tiempo.

Matemáticamente se define confiabilidad como la probabilidad que un sistema o ítem no falle y se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$R(x) = 1 - p(x)$$

Donde:

$R(x)$ : Confiabilidad de un variable  $x$

$P(x)$ : Probabilidad de falla de una variable  $x$

El punto de partida para el estudio de la confiabilidad es el funcionamiento correcto. Inicialmente, no se define el funcionamiento correcto de forma más específica sin embargo se señala el hecho de que el complemento del funcionamiento correcto es la falla.

Entonces se puede deducir que un sistema o ítem tiene solamente tiene dos estados de funcionamiento posible:

- En servicio o disponible
- Fuera de servicio o indisponible

Para evaluar el funcionamiento de un sistema se lo realiza por medio de los siguientes índices de confiabilidad:

- Disponibilidad. - este índice evalúa el tiempo que un sistema permanece en el estado disponible con respecto a un periodo determinado y generalmente se muestra en horas.
- Mantenibilidad. - este índice evalúa el tiempo en el cuál un sistema puede recuperar su estado de disponibilidad y generalmente se lo muestra en horas.
- Confiabilidad. - este índice evalúa la frecuencia con la que el sistema cambia de un estado disponible a indisponible y generalmente se lo muestra en número de fallas al año ( $\lambda$ )

### **2.3.8.3. Informe del RCM**

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) tiene sus orígenes en la industria de la aviación a mediados de la década de los setenta cuando se efectuó un informe sobre los procesos utilizados para preparar los programas de mantenimiento de las aeronaves.

El informe concluía con un documento que decía:

"El desenvolvimiento de este programa es una dirección al control de la confiabilidad, a través de factores que la afectan y provee un sistema de acciones para mejorar los niveles de baja confiabilidad, cuando existan. En el pasado se ha puesto énfasis en el control de los períodos de las revisiones para dar un nivel satisfactorio de confiabilidad, la confiabilidad y la periodicidad de la revisión, no están necesariamente direccionados a tópicos asociados"

Esta era un duro golpe a la estructura del mantenimiento tradicional, en donde el tiempo de revisiones sucesivas, representaba un factor muy importante en el control de la frecuencia de fallos.

De este informe presentado se emitieron dos conclusiones importantes:

- Las revisiones programadas tienen poco efecto en la confiabilidad total de un activo complejo, a no ser que tenga un tipo de falla dominante.
- Hay muy pocos activos para los cuales no existe una forma de mantenimiento programado.

El éxito del RCM en el sector de la aviación ha hecho que otros sectores como la del sector eléctrico se interese en esta filosofía de gestión de mantenimiento, adecuándolas a sus necesidades operacionales.

La técnica RCM (Reability Centered Maintenance) es una metodología que pretende determinar sistemáticamente un mantenimiento del activo o ítem desde el punto de vista funcional, que logre de manera efectiva y eficiente, alcanzar los niveles de seguridad y confiabilidad fijados para los mismos.

Un aspecto clave de esta filosofía es reconocer que el mantenimiento asegura que un activo continúe cumpliendo su función de forma eficiente en el contexto operacional comprendiendo que el mismo se debe encontrar dentro de los límites de ejecución como:

- La capacidad inherente y la confiabilidad inherente limitan las funciones de cada activo.
- El mantenimiento, la confiabilidad y la capacidad del activo no pueden aumentar más allá de su nivel propio del diseño.

El mantenimiento solo puede lograr el funcionamiento de un activo cuando el estándar de ejecución esperado de una determinada función está dentro de los límites de la capacidad o confiabilidad del diseño.

Anthony Smith define el RCM como:

*"Una filosofía de gestión de mantenimiento, en el cual un grupo multidisciplinario, se encarga de optimizar la confiabilidad operacional, estableciendo*

*las actividades más efectivas de mantenimiento, en función de la criticidad de los activos pertenecientes a dicho sistema".*

En otras palabras esto significa un grupo multidisciplinario se encarga de maximizar la confiabilidad operacional de un sistema, identificando los requerimientos necesarios de mantenimiento según la importancia y criticidad de los activos, partiendo de la función requerida dentro del contexto operacional y finalizando con el análisis del posible efecto y consecuencia de la ocurrencia de los modos de falla que van directamente relacionados con las fallas funcionales.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Tipo y Nivel de Investigación**

Según la intervención del investigador es de tipo experimental ya que se manipuló las variables para poder mejorar el mantenimiento de los equipos de proceso.

Según la planificación de la toma de datos es de tipo Prospectivo ya que se generó nuestros propios datos estadísticos para tener un valor de referencia en cuanto a los equipos de proceso.

Según la cantidad de ocasiones que se mide la variable de estudio es de tipo longitudinal ya que se midió varias veces las mismas variables de estudio para realizar comparación de antes y un después de cada vez que le hacemos las pruebas a los equipos de proceso y así lograr que nuestros indicadores sean los óptimos.

Según el número de variables de interés es de tipo Analítico ya que nuestro análisis se hizo de acuerdo a dos variables de estudio.

#### **3.2. Modelo Teórico**

Este plan de mantenimiento se implementó mediante diferentes pasos que se tuvieron que cumplir para cada uno de los equipos de proceso señalados en esta investigación, de la empresa Mai Shi Group S.A.C.

Para establecer con éxito un programa de mantenimiento preventivo, se tuvo en cuenta los siguientes Pasos:

- Recoger toda la información histórica posible de tiempo de paro de las máquinas. Para poder establecer bases contra las que se puedan comparar los beneficios del programa preventivo a desarrollar.
- Realizar un examen detallado de todos los equipos para determinar:
  - ✓ Que equipos requieren tanto mantenimiento correctivo programado, que justifiquen más bien su reemplazo u obsolescencia.

- ✓ Que equipos formarán parte del programa inicial de mantenimiento preventivo
- ✓ Que trabajos se deben efectuar
- ✓Cuál sería el tiempo y las necesidades de personal para realizar el correctivo, programado y el preventivo programado,
- Realizar mantenimiento correctivo programado inicial, a los equipos seleccionados, para que una vez iniciado el programa preventivo, no empiecen a fallar intempestivamente y alteren totalmente las frecuencias y fechas programadas de trabajos.
- Realizar la cedulaación o sea, dar un número de identificación a todos los equipos de la planta, de acuerdo a unas normas previamente establecidas.
- Seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo, dejando el resto de equipos, con la forma tradicional de mantenimiento que se esté llevando hasta ese momento.
- Realizar un programa inicial de frecuencias y fechas calendario para las actividades repetitivas de mantenimiento preventivo, para los equipos seleccionados, de uno 6 meses de duración, al final de los cuales se evaluarán los resultados del programa contra el histórico de paros de los equipos, para introducir los correctivos necesarios, o para incluir nuevos equipos.

### **3.3. Diseño de Estudio**

Según Creswell (2005) denomina experimentos como estudios de intervención, porque un investigador genera una situación para tratar de explicar cómo afecta a quienes participan en ella en comparación con quienes no lo hacen. Es posible experimentar con seres humanos, seres vivos y ciertos objetos.

En un experimento, la variable independiente resulta de interés para el investigador, ya que hipotéticamente será una de las causas que producen el efecto supuesto (Christensen, 2000).

Se utilizó un diseño Experimental de un solo grupo, determinando el antes y después, con pre prueba y pos prueba.

El grupo está conformado por los equipos pertenecientes al proceso de la empresa Mai Shi Group S.A.C.

G      O1      X      O2

G: Equipos pertenecientes al proceso

O1: Medición de indicadores de mantenimiento antes de la implementación.

X: Plan de Mantenimiento Preventivo.

O2: Medición de indicadores de mantenimiento después de la implementación.

### **3.4. Variables, operacionalización**

#### **3.4.1. Variables.**

La variable independiente de investigación es el Plan de Mantenimiento Preventivo

La variable dependiente de investigación es Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)

### 3.4.2. Operacionalización de variables

**Cuadro 3.1: Operacionalización de Variables**

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición
Plan de mantenimiento preventivo	<i>El mantenimiento preventivo constituye un sistema dentro de la organización industrial, y desde una perspectiva básica, su función consiste en realizar las reparaciones, ajustes, modificaciones y reemplazos de componentes en los equipos de refrigeración para que puedan operar satisfactoriamente durante un periodo de tiempo específico.</i>	Disponibilidad = $\text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR}) * 100\%$	Disponibilidad	Razón
Tiempo Medio Entre Fallas (MTBF)	<i>El MTBF o Tiempo medio entre fallas constituye una medición fundamental de la confiabilidad de un sistema. Suele expresarse en unidades de horas. A mayor valor de MTBF, mayor confiabilidad presenta el producto.</i>	Es el tiempo medio entre cada ocurrencia de una parada específica por fallo (o avería) de un proceso, o en otras palabras, la inversa de la frecuencia con que ocurre cada parada. $\text{MTBF} = (\text{MTTF} + \text{MTTR})$	Tiempo medio para fallar (MTTF o MUT)  Tiempo medio para reparar fallas (MTTR)	Razón

### **3.5. Población y Muestra**

La población total está conformada por 13 máquinas que forman parte del proceso de la empresa Mai Shi Group S.A.C.

El plan de mantenimiento se implementó a la muestra determinada por 6 máquinas las cuales están conformadas por:

#### **1. Cortadora de Perico:**

Compuesta de 2 partes las cuales son mecánica y eléctrica. La parte mecánica tiene 01 Polea motriz de 4" DIA. la cual es movida por un eje que sale directamente del motor, esta polea está conectada a 01 Polea arrastrada de faja de 9" DIA. La polea de faja está conectada a 01 Polea Motriz de Cuchilla 14" mediante un eje. Esta conexión entre la polea de faja y de cuchilla se da mediante el eje antes mencionado y la rotación mediante 2 Rodajes N° 6206. La polea motriz de cuchilla mueve a 01 Polea arrastrada de cuchilla 14" DIA. la cual hace mover la sierra cinta, lleva 2 rodajes 6205 y tiene un tensor de cuchilla para su respectivo alineamiento(perno espárrago de 1/2" DIA. x 1"). La parte eléctrica Consta de 01 motor con las siguientes características: 220v, 1.5kw, 6Amp, 60 Hz, compuesto por 2 líneas y 4 bobinas. Consta también con 01 arrancador directo marca Schneider, con un contactor de 9 Amp, y Relay de 4 a 9 Amp.

#### **2. Selladora Manual:**

Compuesta de 2 partes las cuales son mecánica y eléctrica. La parte mecánica consta de la carcasa y una manija, que es la que activa el sistema eléctrico mediante un switch final de carrera al realizar el operador un movimiento mecánico. La parte eléctrica consta de un transformador 220v - 36v, el transformador al ser accionado por un switch de paso, normalmente abierto de 2Amp, prende el transformador. Este calienta una resistencia de 36V (cubierta por una cinta de teflón) que al ser presionado contra la goma sella las bolsas. También consta de una tarjeta de regulación, la cual sirve para regular el tiempo en que se quiere calentar la resistencia. La parte de la manija lleva un resorte entre la goma y la estructura metálica que sirven para ejercer una presión uniforme a la hora del sellado.

### **3. Detectora de Metales:**

Compuesta por una parte mecánica y una parte eléctrica-electrónica. La parte mecánica contiene una faja la cual es controlada por el sistema de control, este sistema hacer girar el polín motriz (Rodaje NGPE25) y arrastrado (Teflones circulares 1 1/2") donde se encuentra la faja transportadora de alimentos. La parte eléctrica-electrónica consta con un moto reductor (motor marca Lonne de 220v, 0.97Amp y 50 Hz y un reductor marca Hydromec de serie PO30FB03 IO-PB3) que está interconectado con el sistema de control, cuando se detecta el metal recibe una señal de paro. El sistema de control electrónico cuenta con 01 llave mecánica de 20Amp, 2 llaves de fase de 6Amp y 3 Amp respectivamente, 01 Temporizador Programado de 0-3 sg, 01 estabilizador de corriente 220- 24 v (DC)- 30 watts, 01 Variador de Frecuencia 200v-240 v- 0.18Kw, 01 Pulsador de Emergencia y 01 Pulsador de Encendido, 01 PLC.

### **4. Selladora al vacío:**

Compuesta por una parte mecánica y una parte eléctrica, es de marca china Xiao Kang, la parte mecánica de esta máquina consta de un motor marca Lafert con las siguientes características 3.4 KW, 440v, 6Amp., 1740 Rpm, 60 Hz, este motor funciona conjuntamente con una bomba aspiradora o también llamada de vacío de 1" de succión tipo paletas, la cual es de marca BUSCH y de tipo RA0100F-503, con presión de absorción de 0.1 hPa y lubricación con aceite BUSCH BM100. Esta bomba de vacío tiene acoplado a su costado un tanque con serie D15310720, con capacidad de volumen 120 m<sup>3</sup>/h y capacidad de oíl 2lt, lleva 2 filtros de aire y 1 filtro de oíl ambos son marca BUSCH, éstos componentes son los que realizan el vacío de aire en la etapa de empaque del producto para así cumplir con la presentación requerida. Hay un cilindro neumático marca Air Tac Cilinder modelo SC100X150-6NT, este cilindro neumático es el encargado de dar movimiento a la tapa de una cámara a otra. El sistema eléctrico de esta máquina consta de 1 contactor de 25 Amp. y 1 contactor de 12 Amp., hay 2 trasformadores de corriente, uno es el transformador de 440v a 45v que es el que se utiliza en las resistencias del sellado y el otro es de 440v a 220v que funciona para el sistema de mando. Para protección del motor tenemos 1 relay térmico de 0 – 11 Amp., regulado a 6.8 Amp.

Consta de cuatro bobinas solenoides que son de 220v-23 watts, las cuales accionan cuatro válvulas de paso, sus funciones son: 01 bobina alivia el pistón neumático que levanta la tapa, 01 bobina hace la función de vacío en las cámaras donde

se encuentra el producto a empacar, 01 bobina hace que la tapa caiga sobre las bases de las cámaras, hermetice por completo el área y se logre el perfecto sellado, 01 bobina da pase de la bomba de vacío al cilindro neumático.

Hay tres bobinas solenoides 220v - 26 watts de potencia que accionan 3 válvulas de paso, sus funciones son: 02 bobinas dan pase del cilindro neumático a cámaras de vacío, una bobina para cada cámara; 01 bobina está conectada al cilindro neumático para alivio de presión.

En la tapa de sellado hay dos resistencias, una en cada extremo de la tapa, son de 45 v y 6 Amp. , gracias a estas resistencias se realiza el sellado de las bolsas. En la superficie de la tapa hay una empaquetadura de teflón, la cual realiza la función de hermetización para el perfecto vacío en el proceso de empaque del producto.

## **5. Laminadora de Pota:**

Esta máquina cuenta con una parte mecánica y una parte eléctrica, la parte eléctrica se describe de la siguiente manera, consta de 02 motores con las siguientes características: 0.75 kW=1Hp, Voltaje 440v, 2.5Amp. y frecuencia 60Hz. La parte mecánica se detalla así, el motor 01 es en sí un moto reductor el cual mediante engranajes reduce velocidades para la transmisión mediante un eje a la polea motriz de donde va la sierra cinta. Aquí hay 2 poleas la motriz ya mencionada anteriormente y la arrastrada midiendo 11" DIA. C/u. El motor 02 es el encargado de mover la faja transportadora y la faja de fricción del producto mediante un sistema de cadenas y piñones que mueven los polines. La cadena para la faja transportadora es de ASA 50, tiene un piñón motriz de 4" y 18 dientes y un piñón arrastrado de 3 1/2" y 14 dientes. La cadena que mueve la faja de fricción es de ASA 40, con un piñón motriz de 6" y 36 dientes y un piñón arrastrado de 2 1/2" y 15 dientes. Hay un piñón tensor de 2 1/2" y 15 dientes para la cadena que mueve la faja de fricción. Aparte de esto hay un sistema adicional de transmisión directa entre 2 piñones de 3" y 36 dientes c/u. para así mediante un polín mover la faja de fricción.

## **6. Peladora de Pota:**

Está compuesta por una parte mecánica y una parte eléctrica, la parte eléctrica consta de 01 motor eléctrico de 0.75Kw con 1.8Amp con 440v a frecuencia 60Hz. Tiene también 01 reductor de 1-20 Marca Samyang, conformando los dos el sistema moto reductor de la máquina. Consta de un arrancador directo el cual está constituido por un

pulsador NO, 01 contactor de 12 Amp. y 01 relay térmico 0-4 Amp regulado a 2.6 Amp. La parte mecánica Consta de dos sistemas, uno de fajas y otro que es el sistema de cadenas

#### 6.1. Sistema de fajas:

Del motor, sale 01 polea motriz de 3" DIA. El cual arrastra a 01 Polea arrastrada de 10" DIA. Con faja A-72 (tipo trapezoidal) a su vez esta da giro a 01 polea Arrastrada de 12 1/2" que contiene una cuchilla. Del motor sale una Faja A-52 (tipo trapezoidal) al reductor y este hace girar el sistema de cadenas.

#### 6.2. Sistema de Cadenas:

Una vez que gira el moto reductor se mueve el piñón motriz que sostiene las cadenas N° 40 las cuales hacen girar el Polín de fricción (conformado por 18 piñones de goma color verde con 73 dientes c/u) y hacen girar también el polín de calibración (el cual contiene 01 perno espárrago de 1/2" DIA. X 2" que funciona como regulador). El polín de calibración sirve a su vez como polín motriz para mover la faja transportadora del producto por cadenas N° 40. Al accionarse el polín de Calibración se accionan las cadenas del lado del motor, de este lado hay 4 piñones, el del polín de calibración es el piñón motriz (18 dientes y 2 1/2" DIA.) mueve al piñón de polín tensor de faja transportadora. Hay también un piñón tensor de cadena (15 dientes y 2" DIA.) y también un piñón (9 dientes y 1 1/4") del polín de descarga del descarte. Del lado del reductor tenemos 4 piñones: 1 piñón Motriz (el que sale del Reductor) de 18 dientes y 2 1/2" DIA., 01 piñón Tensor de cadena del polín de calibración (ubicado debajo del reductor) 15 dientes y 2" DIA., 02 piñones locos que giran solo para llevar el sentido de la cadena, de 18 y 15 dientes y 2 1/2" y 2" respectivamente.

Retén de polín de fricción: Consta de 4 Retenes, 2 en cada extremo, los cuales tienen las siguientes series 25-45-8-7 y 30-52-8-3. Cuenta con 2 rodajes de doble vía de 25mm DIA. INT. N° 1205. El piñón de eje de fricción tiene 25 dientes y es de 4" DIA.

### 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

La técnica utilizada fue el método de la observación y recolección de datos.



**Cuadro 3.2: Técnicas de Instrumentos**

Indicador	Técnica	Instrumento
Disponibilidad	Observación de campo	Ficha de observación
MTTF O MUT	Observación de campo	Ficha de observación
MTTR	Observación de campo	Ficha de observación

### **3.7. Método de análisis de datos**

Para el tratamiento de análisis de datos se trabajó con el Excel 2010 y el SPSS en lo que respecta a recopilación, organización procesamiento de datos.

#### **IV. PLAN DE MANTENIMIENTO**

##### **1. OBJETIVO**

###### **1.1. Objetivo General.**

Incrementar el tiempo medio entre fallas y reducir el tiempo medio para reparar fallas de los equipos de proceso

###### **1.2. Objetivos específicos.**

Reducir el tiempo medio para reparar fallas mediante análisis modal de fallos y efectos (AMFE).

Incrementar el tiempo medio para fallar mediante elaboración de procedimientos de mantenimiento.

Incrementar el nivel de conocimiento de los operarios mediante la capacitación en temas de mantenimiento preventivo.

##### **2. ALCANCE**

Este plan de mantenimiento se aplicará a las máquinas y personal que está involucrado directamente con el mantenimiento de máquinas que se utilizan en las diferentes áreas de proceso.

##### **3. DECISIÓN DE APLICAR EL MP**

En la gerencia de mantenimiento de la empresa, no hay indicadores definidos para realizar un mantenimiento preventivo, como la confiabilidad, disponibilidad, eficiencia y productividad para poder establecer parámetros y llevar un mejor control de las máquinas y esto trae como consecuencia el deterioro de las mismas. Al no estar establecidos los indicadores antes mencionados es que siempre se está practicando solo mantenimientos correctivos, reduciendo así su vida útil pues está demostrado que al

solo practicar mantenimientos correctivos disminuyen los porcentajes de duración de las máquinas.

#### **4. ESTRUCTURA PROMOCIONAL DEL MP**

Se ha definido las siguientes responsabilidades:

##### **4.1. Administrador de planta**

- Encargado del manejo de las actividades de la Planta. Coordina junto con el Gerente de Planta y el Coordinador General de Aseguramiento de Calidad las acciones y desenvolvimiento del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria.
- Es responsable de la ejecución y cumplimiento de las medidas preventivas y acciones correctivas de índole administrativa de la Planta, requeridos para el correcto manejo del Sistema de gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria basado en la Norma BRC.
- Hace revisión del Sistema con el equipo en las reuniones ordenadas por la Gerencia.
- En su ausencia puede seguir sus funciones el Gerente de Planta.

##### **4.2. Jefe del sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria**

- Responsable del adecuado funcionamiento del Sistema de Gestión, juntamente con el coordinador de Aseguramiento de Calidad y el Jefe de Aseguramiento de la Calidad.
- Es el encargado de la implementación, planificación y documentación del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria. Hace revisión junto con el coordinador general de Aseguramiento de Calidad y con el Jefe de Aseguramiento de la Calidad sobre cualquier cambio y documentación que se encuentre relacionado con el Sistema de Gestión.
- Vela por el cumplimiento y mantenimiento del Sistema de Gestión de calidad e Inocuidad Alimentaria basado en la Norma BRC.
- Recepciona las quejas de los consumidores y coordina con el Jefe de Aseguramiento de la Calidad las recolectas.

#### **4.3. Jefe de producción**

- Persona responsable de las actividades de proceso, supervisa y coordina las acciones del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria en la producción.
- Planifica y dirige todas las actividades relacionadas con el programa de Producción que se efectúa en la planta.
- Es responsable junto con el Jefe de Aseguramiento de Calidad de mantener la uniformidad en la calidad de los productos terminados.
- Controla el abastecimiento y disponibilidad de materiales e insumos requeridos en la producción.
- Responsable del stock de los productos congelados en cámara y de la producción diaria, de la operación, mantenimiento y reparación de los sistemas de la planta de congelado.
- Cumple con los procedimientos y disposiciones contenidos en el Manual de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria, relacionados con el cargo.
- Planifica y coordina con el Gerente de Planta y el Jefe de Aseguramiento de Calidad la capacitación interna y externa del personal de su área.
- Coordina con el Jefe de Mantenimiento las revisiones periódicas de la maquinaria, equipos e instalaciones involucradas en el proceso productivo.
- Coordina con el Jefe de Sistema de Gestión de Calidad sobre cualquier cambio que se encuentre relacionado con el SGC.
- Participar de las reuniones y hace revisión del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria basado en la Norma BRC junto con los otros miembros del equipo.
- En su ausencia puede seguir sus funciones Jefe de Turno de Producción.

#### **4.4. Jefe de mantenimiento**

- Es la persona responsable de supervisar el funcionamiento normal y mantenimiento de la maquinaria, equipos e instalaciones de la planta.
- Planea, organiza, dirige y controla las actividades del área de mantenimiento para el cumplimiento de sus objetivos como lo establece el Programa de Higiene y Saneamiento (procedimientos).

- Es responsable del mantenimiento y reparación de los equipos e instrumentos, garantiza la operatividad de las maquinarias, equipos e infraestructura de la planta.
- Cumple con todos los procedimientos y disposiciones contenidos en el Manual de Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria, relacionados al cargo.
- Establece y mantiene, en coordinación con los gerentes y jefes de área, los seguimientos y monitoreos requeridos para asegurar y mejorar la calidad de nuestros productos, en cumplimiento con las normas legales vigentes.
- Está involucrado y participa activamente en las actividades de implementación y mejora continua del sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria basada en la Norma BRC.
- Planifica y coordina la capacitación del personal de su área.
- Participa de las reuniones y hace revisión del Sistema de Gestión de Calidad e Inocuidad Alimentaria junto a los otros miembros del equipo.

#### **4.5. Electricista**

- Personal encargado de las labores de instalación, mantenimiento y reparación de equipos y/o circuitos eléctricos.

#### **4.6. Mecánico de sala**

- Es el personal en cargo de realizar las labores de mantenimiento preventivo o correctivo de las partes mecánicas en las máquinas de proceso.

#### **4.7. Tesista**

- Proporciona las capacitaciones de conocimientos y procedimientos a todos los colaboradores del área de mantenimiento de MAI SHI GROUP S.A.C.
- Evaluar con un PRE Y POST- TEST las capacitaciones al personal.
- Gestionar la inducción y capacitación General al personal nuevo.
- Mantener el registro de las capacitaciones.

## 5. LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

Este plan de mantenimiento se implementará mediante diferentes pasos que se tenían que cumplir para las diferentes y cada una de los equipos de proceso de la empresa Mai Shi Group S.A.C.

### 5.1. Información histórica posible de tiempo de paro de las máquinas

**Cuadro 4.1: Ocurrencia de paro de las máquinas**

<b>OCURRENCIAS CORTADORA DE PERICO</b>		
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DETALLE</b>
03/08/2015	10:20 a.m	Tuvo falla mecánica, la sierra cinta se desubica de su guía y causa descalibración y contaminación del producto, afectando el proceso productivo. Se detecta la falla a las 10:20a.m, se diagnostica problema en rodamientos 6205 de polea arrastrada (guía de la sierra cinta) su causa de fallo es la humedad del ambiente, se realiza el mantenimiento de lo diagnosticado y se hace en un tiempo de 2 horas.
14/08/2015	16:00 p.m	Tuvo una falla eléctrica en el pulsador de arranque, se detectó que no hay arranque de máquina a las 4:00 p.m y se diagnostica que los contactos del Block NO, están deteriorados a causa de la humedad provocada en el ambiente. Se procede al cambio del Block NO deteriorado, se hace en un tiempo de 2 horas y 10 minutos.
15/09/2015	11:32 a.m	Tiene una falla mecánica, se detecta la falla a las 11:32 a.m, se diagnostica que no hay transmisión desde la polea motriz de 4", que sale del motor, hacia la polea arrastrada de faja (9" y faja B-48), la causa fue la ruptura de la faja B-48. Se comienza con el mantenimiento de lo diagnosticado y se termina en 3 horas y 35 minutos.
23/09/2015	3:05 p.m	Tuvo falla mecánica, se detecta un sonido anormal a las 3:05 p.m, se diagnostica rodamientos de polea motriz de sierra

		cinta y polea arrastrada de fajas deterioradas en sus vías, la causa de esta falla es la humedad del ambiente. Se procede al cambio de los 2 rodajes 6206 y se tarda un tiempo de 4 horas 10 minutos.
<b>12/10/2015</b>	9:08a.m.	Tuvo falla eléctrica, se detecta que el motor de la máquina dejó de funcionar a las 9:08 a.m, se diagnostica que el relay térmico abre su contacto dejando sin fluido eléctrico al contactor (bobina) la causa de esto es que el condensador de arranque está deteriorada en todos sus componentes, se procedió a la medición del sistema eléctrico con ayuda del multitester y el condensador no arrojó su valor. Se procede a efectuar el cambio de condensador de arranque y se demora un tiempo de 5 horas y 36 min.
<b>OCURRENCIAS SELLADORA MANUAL</b>		
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DETALLE</b>
05/08/2015	10:20a.m.	Tuvo falla eléctrica, se detectó que dejó de sellar a las 10:20 a.m., se diagnosticó que resistencia de micrón de 36 voltios está rota, la causa es el recalentamiento por mal uso de operario, elevan mucho el tiempo de sellado. Se procede al cambio de resistencia de micrón y se hace en un tiempo de 64 minutos.
11/09/2015	14:38p.m.	Tuvo falla eléctrica, se detectó que selladora manual dejó de sellar a las 2:38 p.m, se diagnosticó que la bobina de transferencia de 36 watts recalentaba y no genera el voltaje necesario para calentar la resistencia, la causa es el mal uso de operador. Se procede al cambio de bobina de transferencia en un tiempo de 2 horas y 55 minutos.
14/10/2015	15:20p.m.	Tuvo falla eléctrica, se detectó que selladora manual no funciona aun estando conectada a la corriente, se diagnostica que el switch final de carrera no cierra circuito, este switch consta de un resorte y dos terminales, la falla se ocasiona al perder tensión el resorte en mención. Se procede al cambio del switch final de carrera y se demora un tiempo de 3 horas y 56

		minutos.
<b>OCURRENCIAS DETECTORA DE METALES</b>		
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DETALLE</b>
24/08/2015	9:35 a.m	Tuvo falla mecánica, se escucha ruido extraño y se observa que la faja transportadora de producto no realiza su recorrido normal al estar descalibrada. Se diagnosticó que el rodaje NGPE 25 del polín motriz está deteriorado a causa de humedad que ingresa debido a estar malograda la empaquetadura de la tapa de porta rodaje. Se inicia el mantenimiento, se cambia la empaquetadura y rodaje malogrados, tardando un tiempo de 3 horas 40 minutos.
25/09/2015	11:08 a.m	Tuvo falla mecánica, se detecta fuga de aceite en el eje motriz, se diagnosticó que el retén TTO – D014 – 4 – TC25 – 40 – 7 está en mal estado al haber cumplido su vida útil de trabajo. Se hizo el mantenimiento en un tiempo de 3 horas 25 minutos.
30/09/2015	15:25 p.m	Se encontró descontrolada la máquina, arrojaba falsas alarmas, se diagnosticó que el estabilizador de corriente de entrada 220 voltios y salida 24 VDC, 30 watts no alimenta energéticamente de forma correcta al PLC. Para realizar el mantenimiento se demora un tiempo de 2 horas y 17 minutos.
02/10/2015	14:24 p.m	Tuvo falla eléctrica, se detecta que la máquina no enciende aun estando conectada a la corriente, se diagnostica desfaseamiento en llave mecánica de 20 Amp. a causa de deterioro por fin de su vida útil. Se procede a realizar el cambio de llave mecánica, se revisó en almacén y no hay dicho repuesto, el momento de cambio se demoró 72 minutos.
<b>OCURRENCIAS SELLADORA AL VACÍO</b>		
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DETALLE</b>
06/08/2015	8:57 a.m	Tuvo falla eléctrica, se detectó que la máquina no realiza el sellado y el vacío, se diagnosticó ruptura en la resistencia de micrón de 45 V y 6 Amp. de 8 mm * 2mm (espesor). Se procede a realizar el cambio de resistencia, para ello antes tenemos que retirar el recubrimiento de cinta teflón y luego se



		hace el respectivo cambio de resistencia, al retirar la cinta en mención se deterioró por lo que se cambió por una nueva. Se tomó un tiempo de 2 horas y 35 minutos el realizar estos trabajos.
14/08/2015	10:04 a.m	Tuvo falla mecánica, se detectó que el vacío estaba haciéndose de forma irregular, se diagnosticó que la prensaestopas (11mm, de teflón) está rota a causa de mala operación. Se procedió al cambio de prensaestopas y se demoró un tiempo de 50 minutos.
09/09/2015	9:57 a.m	Tuvo falla mecánica, se detectó que la máquina no realiza el vacío, se diagnosticó que la manguera de succión (1" DIA.) está rota a causa del calor generado en el sistema de vacío. Se procedió a su cambio y demora 1 hora 35 minutos.
16/09/2015	14:28 p.m	Tuvo falla eléctrica, se detectó que selladora realiza vacío y sellado pero no libera la presión en la tapa, quedándose en una sola cámara, se diagnosticó mediante una medición con multitester que la bobina de liberación está averiada debido a fin de su vida útil. Se procedió al cambio de bobina 220 voltios y 26 watts, se tomó un tiempo de 1 hora y 22 minutos arreglar dicha falla.
07/10/2015	17:22 p.m	Tuvo falla eléctrica, se detectó que la máquina se apagó de un momento a otro, se diagnosticó corto circuito en llave termo magnética principal de 3 x 16 Amp. a causa de ingreso de agua al sistema de fuerza. Se procedió al cambio de llave termomagnética y se demora 3 horas y 45 minutos.

#### **OCURRENCIAS LAMINADORA DE POTA**

<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DETALLE</b>
05/08/15	16:43 p.m	Tuvo falla mecánica, se desubicó la faja de fricción de su posición central, se detecta falla a las 4:43 p.m, se diagnosticó que la faja está estirada del extremo derecho, su causa de fallo es la mala regulación en el polín tensor, esto causa una parada en el proceso de cocción del producto. Se procedió con el mantenimiento de lo diagnosticado y se demora un tiempo de 6

		horas 15 minutos.
14/08/15	14:17 a.m	Tuvo falla mecánica, se escuchó ruido extraño en sistema de arrastre, se detectó la falla a las 2:17 p.m, se diagnostica que la cadena ASA-40 que mueve la faja de fricción y sus respectivos piñones (piñón tensor 2 ½” y 15 dientes, piñón motriz 6” y 36 dientes, piñón arrastrado 2 ½” y 15 dientes) presentan desgaste, su causa de fallo es la falta de lubricación. Se realizó el mantenimiento, la máquina estuvo de parada tres días por falta de algunos repuestos, se demoró 4 horas en hacer trabajos.
16/09/15	11:08 a.m	Tuvo falla mecánica, la faja transportadora dejó de moverse y se paraliza el flujo del proceso. Se detectó la falla 11:08 a.m, se diagnosticó que los rodamientos de polín secundario están en mal estado, debido a su contacto directo con el agua, ya que los retenes están dañados. Se comenzó con el mantenimiento, se cambiaron 2 rodajes N° 6206 y 2 retenes 35 – 55 – 8, se demoró un lapso de 4 horas y 25 minutos.
12/10/15	11:24 a.m	Tuvo falla eléctrica, la máquina dejó de funcionar inesperadamente y al accionar el pulsador de encendido, no se produce el arranque, se diagnosticó problema en el enchufe aéreo 440v, 32 Amp. , este causó corto circuito al estar con humedad en su interior. Se procedió al mantenimiento, cambiándose dicho enchufe y se tomó un tiempo de 3 horas y 2 minutos.

#### **OCURRENCIAS PELADORA DE POTA**

<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>DETALLE</b>
08/08/15	9:25 a.m	Tuvo falla general, se detectó que la máquina dejó de funcionar, se diagnosticó que el relay térmico está abierto, el relay es de 0-4 A, regulado a 2.6 A, se hizo una medición con la pinza amperimétrica a motor de máquina y se observa alza de amperaje por motivos de mala calibración de cuchilla. Se procede a la calibración y al correcto tensado de cuchilla (alineamiento) para esto se tomó 2 horas y 26 minutos en arreglar.

09/09/15	16:17 p.m	Tuvo falla mecánica, se detectó que la máquina no realiza el pelado del producto al no girar la cuchilla, se diagnosticó que la faja A-72 está rota, a causa de mal tensado de la misma. Se procedió al cambio de Faja A-72 y se demora un tiempo de 1 hora 43 minutos.
25/09/15	13:55 p.m	Tuvo falla eléctrica, la máquina dejó de funcionar inesperadamente, se diagnostica que el relay térmico está abierto por motivos de desfaseamiento de contactor al estar desgastados sus terminales., se procedió al cambio de contactor y se demora un tiempo de 1 hora y 17 minutos.
19/10/15	08:26 a.m	Tuvo falla eléctrica, se detecta que la máquina se apaga repentinamente, se diagnostica relay térmico abierto por repetición de avería antes mencionada (15/08/15), se procedió al cambio de relay y se demora un tiempo de 24 minutos.
14/10/15	11:19 a.m	Tuvo falla general, se detectó sonido extraño en el polín de fricción y seguidamente se apaga la máquina por elevación de amperaje, se diagnosticó que los rodajes N°1205 de polín de fricción están averiados debido al ingreso de agua por desgaste de retenes 25-45-8-7 y 30-52-8-3, al estar malogrados los rodajes el polín no gira y el motor hace sobreesfuerzo. Se procedió con el cambio de rodajes y retenes, durando 3 horas y 08 minutos el mantenimiento.

## 5.2. Codificación de máquinas

La codificación de las máquinas está basada en la certificación 5S que se logró este año 2016, las máquinas para las que está hecho este proyecto tiene la siguiente codificación:

- 1.-Cortadora de Perico: SE-005-CP01
- 2.-Selladora Manual: SE-015-MSM 01
- 3.-Detectora de Metales: SE-004-MD01
- 4.-Selladora al vacío: SE-008-SV01
- 5.-Laminadora de Pota: CO-002-LP01
- 6.-Peladora de Pota: CO-001-PP01

Realizar la cedulaación o sea, dar un número de identificación a todos los equipos de la población del proyecto, de acuerdo a unas normas previamente establecidas.

Seleccionar los equipos que entrarán en el programa de mantenimiento preventivo, dejando el resto de equipos, con la forma tradicional de mantenimiento.

**Cuadro 4.2: Número de identificación de los equipos**

<b>PLANTA DE HIELO</b>	
PH-001-P01	Agitador 01
PH-001-P01	Agitador 02
PH-001-P02	Agitador 03
PH-001-P02	Agitador 04
PH-001-P03	Agitador 05
PH-001-P03	Agitador 06
PH-001-P04	Agitador 07
PH-001-P04	Agitador 08
PH-002-P01	Winche 01
PH-002-P02	Winche 02
PH-002-P03	Winche 03
PH-002-P04	Winche 04
PH-003-M01	Picador de hielo de Proceso
PH-003-M02	Picador de hielo
PH-004-TR	Tanque de recirculación de amoníaco
PH-005-TG	Tablero General de Planta de Hielo
PH-006-TA	Tablero Auxiliar de Planta de Hielo
PH-007-LU	Luminarias
<b>SALA DE MÁQUINAS</b>	
SM-001-C01	Compresor 01
SM-001-C02	Compresor 02
SM-001-C03	Compresor 03
SM-001-C04	Compresor 04
SM-001-C05	Compresor 05
SM-001-C06	Compresor 06
SM-001-C07	Compresor 07
SM-001-C08	Compresor 08
SM-001-C09	Compresor 09
SM-002-TE01	Torre De Enfriamiento 01
SM-002-TE02	Torre De Enfriamiento 02
SM-002-TE03	Torre De Enfriamiento 03

SM-002-TE04	Torre De Enfriamiento 04
SM-002-TE05	Torre De Enfriamiento 05
SM-002-TE06	Torre De Enfriamiento 06
SM-003-RR01	Tanque Receptor De Refrigerante 01
SM-003-RR02	Tanque Receptor De Refrigerante 02
SM-004-TR01	Tanque De Recirculación De Amoniaco 01
SM-004-TR02	Tanque De Recirculación De Amoniaco 02
SM-004-TR03	Tanque De Recirculación De Amoniaco 03
SM-005-TM 01	Tablero de mando de compresor 01
SM-005-TM 02	Tablero de mando de compresor 02
SM-005-TM 03	Tablero de mando de compresor 03
SM-005-TM 04	Tablero de mando de compresor 04
SM-005-TM 05	Tablero de mando de compresor 05
SM-005-TM 06	Tablero de mando de compresor 06
SM-005-TM 07	Tablero de mando de compresor 07
SM-005-TM 08	Tablero de mando de compresor 08
SM-005-TM 09	Tablero de mando de compresor 09
SM-007-TE 01	Tablero Eléctrico de congeladores de Placas
SM-007-TE 02	Tablero Eléctrico de Cámara 01
SM-007-TE 03	Tablero Eléctrico de Cámara 02
SM-008-TE 01	Tablero Eléctrico de Condensadores 01,02,03 y 04
SM-008-TE 02	Tablero Eléctrico de Condensador 05
SM-008-TE 03	Tablero Eléctrico de Condensador 06
SM-009-TM 01	Tablero de Mando de difusores
SM-010-TM 01	Tablero de mando de Agitador 1 y 2
SM-010-TM 02	Tablero de mando de Agitador 3
SM-010-TM 03	Tablero de mando de Agitador 4
SM-006-LU	Luminarias
<b>SALA DE ENVASADO Y EMPAQUE</b>	
SE-001-C01	Cámara 01
SE-013-DCU 01	Difusor 01 de Cámara01
SE-013-DCU 02	Difusor 02 de Cámara01
SE-013-DCU 03	Difusor 03 de Cámara01
SE-013-DCU 04	Difusor 04 de Cámara01
SE-001-C02	Cámara 02
SE-014-DCD 01	Difusor 01 de Cámara02
SE-014-DCD 02	Difusor 02 de Cámara02
SE-002-CP01	Congelador De Placa 01
SE-002-CP02	Congelador De Placa 02
SE-002-CP03	Congelador De Placa 03
SE-002-CP04	Congelador De Placa 04
SE-002-CP05	Congelador De Placa 05

SE-002-CP06	Congelador De Placa 06
SE-002-CP07	Congelador De Placa 07
SE-002-CP08	Congelador De Placa 08
SE-003-T 01	Túnel A
SE-012-DTA 01	Difusor de Túnel A 01
SE-003-T 02	Túnel B
SE-012-DTB 01	Difusor de Túnel B 01
SE-004-MD01	Máquina Detectora De Metales
SE-005-CP01	Máquina Cortadora De Perico
SE-006-IC 01	Porcionadora I-Cut 130
SE-007-CC01	Clasificador Compacto
SE-008-SV01	Selladora de vacío 01
SE-008-SV02	Selladora de vacío 02
SE-008-SV03	Selladora de vacío 03
SE-008-SV04	Selladora de vacío 04
SE-015-MSM 01	Máquina Selladora Manual
SE-009-DF01	Difusor 01
SE-009-DF02	Difusor 02
SE-009-DF03	Difusor 03
SE-010-ST01	Stocka 01
SE-010-ST02	Stocka 02
SE-016-MN01	Manifold de distribución de aire
SE-011-LU	Luminarias
<b>SALA DE PROCESO</b>	
SP-001-DF01	Difusor 01
SP-001-DF02	Difusor 02
SP-001-DF03	Difusor 03
SP-001-DF04	Difusor 04
SP-001-DF05	Difusor 05
SP-001-DF06	Difusor 06
SP-003-MF	Manifold de distribución de aire
SP-004-ST01	Stocka 01
SP-005-BL 01	Balanza AC-01
SP-005-BL 02	Balanza AC-03
SP-005-BL 03	Balanza AC-04
SP-005-BL 04	Balanza P-01
SP-005-BL 05	Balanza P-02
SP-005-BL 06	Balanza P-03
SP-005-BL 07	Balanza P-04
SP-005-BL 08	Balanza P-05
SP-005-BL 09	Balanza P-06
SP-005-BL 10	Balanza P-07
SP-005-BL 11	Balanza P-08

SP-005-BL 12	Balanza P-09
SP-005-BL 13	Balanza P-13
SP-005-BL 14	Balanza P-14
SP-005-BL 15	Balanza P-15
SP-006-LU	Luminarias
<b>SALA DE RECEPCIÓN</b>	
SR-001-DF01	Difusor 01
SR-002-BL01	Balanza Electrónica de Plataforma
SR-003-ST01	Stocka 01
SR-004-LU	Luminarias
<b>SALA DE CALDERO</b>	
SC-001-CAL 01	Caldero
SC-002-TM 01	Tablero de Mando
SC-003-TG 01	Tablero General
SC-004-TB 01	Tanque diario de Búnker
SC-005-SB 01	Sistema de Búnker
SC-006-QUE 01	Quemador
SC-007-VE 01	Ventilador Industrial
SC-008-SA 01	Sistema de Agua
SC-009-SP 01	Sistema de Purga
SC-010-MAN 01	Manifold
SC-011-SD 01	Sistema de Descarga
SC-012-CA 01	Compresor de Aire 01
SC-012-CA 02	Compresor de Aire 02
SC-01-LU	Luminarias
<b>COCINA</b>	
CO-001-PP01	Peladora de pota 01
CO-001-PP02	Peladora de pota 02
CO-002-LP01	Máquina Laminadora 01
CO-002-LP02	Máquina Laminadora 02
CO-002-LP03	Máquina Laminadora 03
CO-003-WC 01	Winches De Cocina 01
CO-003-WC 02	Winches De Cocina 02
CO-003-WC 03	Winches De Cocina 03
CO-003-WC 04	Winches De Cocina 04
CO-004-ST01	Stocka 01
CO-004-ST02	Stocka 02
CO-005-LU	Luminarias
<b>SALA DE SANEAMIENTO</b>	
SS-001-LC 01	Lavadora de Cajas

SS-002-ST 01	Stocka 01
SS-003- LU	Luminarias
<b>SALA DE BOMBAS DE AGUA</b>	
SB-001-BA 01	Bomba de Agua 01
SB-001-BA 02	Bomba de Agua 02
SB-003-TE 01	Tablero de bombas de agua
SB-002- LU	Luminarias
<b>BOMBAS DE RIEGO</b>	
BR-001-BA 01	Bomba de Agua 01
BR-001-BA 02	Bomba de Agua 02
<b>SALA DE FUERZA</b>	
SF-001-GE 01	Grupo Electrógeno
SF-002-LU01	Luminarias
<b>TALLER MECÁNICO</b>	
TM-001-ES 01	Esmeril
TM-002-TN 01	TORNO
TM-003-MS 01	Máquina de soldar 01
TM-003-MS 02	Máquina de soldar 02
TM-004-TM 01	Taladro Martillo
TM-003-MS 02	Podadora Manual
<b>TALLER ELÉCTRICO</b>	
TE-001-ES 01	Esmeril



### 5.3. Análisis de modo y efectos de fallo

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE MÁQUINA CORTADORA DE PERICO										HOJA N°	FECHA	REALIZADO POR:					
DE PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/>					DE DISEÑO: <input type="checkbox"/>					1	ABRIL 2016	JASON CRISANTO AGUIRRE					
PRODUCTO: MÁQUINA CORTADORA DE PERICO				PROCESO: PORCIONES DE PERICO				RESPONSABLE: STALIN SUNCIÓN PALACIOS									
ESPECIFICACIÓN: APLICA A MÁQUINA CORTADORA DE PERICO 01				OPERACIÓN: SALA DE EMPAQUE				REVISADO POR: FERNANDO MADRID GUEVARA									
FECHA DE EDICIÓN: ABRIL 2016				ACTUAR SOBRE NPR > QUE: 100													
NOMBRE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DE FALLO	S	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONTROLES ACTUALES	D	NPR	ACCION CORRECTORA	RESPONSABLES	ACCIONES IMPLANTADAS	VALORACIÓN			NPR
														S	O	D	
Condensador de arranque (motor eléctrico)	Actúa en arranque de motor	Rotura de condensador	Motor eléctrico no arranca	9		- Fin de vida útil de material. - Esfuerzo de motor eléctrico.	3	- Cambio al término de vida útil	4	108	- Cambio de material. Buen ajuste de motor.	- Jefatura mtto.		3	3	3	27
Motor eléctrico monofásico	Mueve sierra cinta	-No gira sierra cinta. -Sonido extraño	Motor eléctrico recalienta	9		-Mala calibración entre poleas. -Humedad interna.	3	-Inspección sistemática	5	135	Mantenimiento preventivo. - Hermetización.	- Jefatura mtto.		5	3	4	60
Sierra cinta	Corra el producto	Rotura de sierra cinta	No se puede cortar el producto	9		-Mala calibración entre poleas. -Mala calidad.	3	- Cambio al término de vida útil	4	108	- Cambio de material. Buen tenzado de producto.	- Jefatura mtto. - Logística.		6	3	4	72
Perno de ajuste de guía de sierra cinta	Calibra y guía a la sierra cinta	-Oxidación del perno. -Rotura del perno de ajuste.	Descalibración de sierra cinta	7		-Humedad. -Mala calidad.	3	- Cambio al término de vida útil	4	84	-Cambio de producto. -Buen ajuste.	- Jefatura mtto. - Logística.		5	2	5	50
Block N.O de pulsador de arranque	Activa el motor eléctrico	-Producto deteriorado. -Falseo de contactos.	No activa motor eléctrico	9		-Humedad. -Fin de vida útil de producto.	2	- Cambio al término de vida útil	5	90	-Cambio de material. -Hermetizar producto.	- Jefatura mtto.	Levar control de horas de trabajo	3	2	5	30

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE MÁQUINA SELLADORA MANUAL										HOJA N°	FECHA	REALIZADO POR:					
DE PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/>				DE DISEÑO: <input type="checkbox"/>						2	ABRIL 2016	JASON CRISANTO AGUIRRE					
PRODUCTO: MÁQUINA SELLADORA MANUAL				PROCESO: EMPAQUE DE PRODUCTO TERMINADO				RESPONSABLE: JACSSON VÍLCHEZ MORE									
ESPECIFICACIÓN: APLICA A MÁQUINA SELLADORA MANUAL 01				OPERACIÓN: SALA DE EMPAQUE				REVISADO POR: FERNANDO MADRID GUEVARA									
FECHA DE EDICIÓN: ABRIL 2016				ACTUAR SOBRE NPR > QUE: 100													
NOMBRE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFFECTOS DE FALLO	S	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONTROLES ACTUALES	D	NPR	ACCION CORRECTORA	RESPONSABLES	ACCIONES IMPLANTADAS	VALORACIÓN			NPR
														S	O	D	
Resistencia de micrón	Sella la bolsa	Rotura de resistencia	Deja de sellar bolsa.	8		-Temperatura muy elevada. -Uso elevado.	10	-Periodicidad de cambio establecida	2	160	-Mantener fijada en una adecuada temperatura -Mtto. Preventivo	- Jefatura mtto. - Operador	-capacitación a operadores	4	3	5	60
Micro Switch	Controla el sellado	Desfasamiento de contactos	Sellado defectuoso	8		-Mala Operación. -Mala Calidad.	9	-Periodicidad de cambio establecida	2	144	-Cambio de material	- Jefatura mtto. - Operador	-capacitación a operadores	4	4	5	80
Resorte	Ayuda a retorno de brazo	Pérdida de torque de resorte	Brazo de selladora no retorna.	4		-Mala calidad	8	-Periodicidad de cambio establecida	4	128	-Cambio de material	-Logística	-uso de producto de buena calidad	2	2	2	8
Led Rojo	Indica sellado	Led deja de alumbrar	No se visualiza funcionamiento.	5		-Humedad en tarjeta electrónica	8	-Inspección de trabajo	3	120	-Mantenimiento -Cambio de material	-Operador -Jefatura de mtto.	Hermetización de led	4	4	4	64

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE MÁQUINA DETECTORA DE METALES										HOJA N°	FECHA	REALIZADO POR:					
DE PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/> DE DISEÑO: <input type="checkbox"/>										3	ABRIL 2016	JASON CRISANTO AGUIRRE					
PRODUCTO: DETECTORA DE METALES				PROCESO: PRE-EMPAQUE DE PRODUCTO				RESPONSABLE: JACSSON VÍLCHEZ MORE									
ESPECIFICACIÓN: APLICA A MÁQUINA DETECTORA 01				OPERACIÓN: SALA DE EMPAQUE				REVISADO POR: FERNANDO MADRID GUEVARA									
FECHA DE EDICIÓN: ABRIL 2016				ACTUAR SOBRE NPR > QUE: 100													
NOMBRE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DE FALLO	S	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONTROLES ACTUALES	D	NPR	ACCION CORRECTORA	RESPONSABLES	ACCIONES IMPLANTADAS	VALORACIÓN			NPR
														S	O	D	
Interruptor de encendido	Activa todo el sistema eléctrico	Rotura de interruptor	Dificultad al apagar la máquina	7		-Mala calidad -Mala operación -Mal ajuste	3		5	105	-Cambio de material. -Buen ajuste del producto	- Jefatura mtto. -Logística.	Charlas de operación de máquina	4	3	3	36
Block N.O de pulsador	Activa y pone en función la máquina	Máquina está falseando	Puede producir daño en la máquina	8		Humedad en sus contactos	4		10	320	-Hermetización de tablero -Cambio del producto	- Jefatura mtto.	Acondicionamiento de máquina	3	4	6	72
Retén del eje motriz	Hermetiza rodamientos de eje motriz	Desgaste de retén	Produce fuga de aceite en rodamiento	6		-Fin de vida útil -Mala calidad del producto	5		5	150	-Cambio del producto	- Jefatura mtto. -Logística.	Llevar horas de trabajo	3	3	5	45

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE MÁQUINA SELLADORA AL VACÍO										HOJA N°		FECHA		REALIZADO POR:			
DE PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/>				DE DISEÑO: <input type="checkbox"/>						4		ABRIL 2016		JASON CRISANTO AGUIRRE			
PRODUCTO: SELLADORA AL VACÍO				PROCESO: EMPAQUE DE PRODUCTO TERMINADO				RESPONSABLE: JACSSON VÍLCHEZ MORE									
ESPECIFICACIÓN: APLICA A SELLADORA AL VACÍO 01				OPERACIÓN: SALA DE EMPAQUE				REVISADO POR: FERNANDO MADRID GUEVARA									
FECHA DE EDICIÓN: ABRIL 2016				ACTUAR SOBRE NPR > QUE: 100													
NOMBRE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DE FALLO	S	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONTROLES ACTUALES	D	NPR	ACCION CORRECTORA	RESPONSABLES	ACCIONES IMPLANTADAS	VALORACIÓN			NPR
														S	O	D	
Resistencia de micrón	Sellado de bolsa	Rotura de resistencia	No sella la bolsa donde va el producto	9		Elevado uso de trabajo	8		5	360	Mantenimiento preventivo	- Jefatura mtto.	Llevar control de horas	3	4	3	36
Bobina de válvula solenoide #04 (que libera la tapa)	Libera la cámara de vacío	Rotura de bobina interna	No libera la cámara de vacío	9		Material inadecuado	8		5	360	- Cambio de material. - Mantenimiento preventivo.	- Jefatura mtto. - Logística.	Usar producto de buena calidad	4	3	4	48
Contactor eléctrico 16 Amp.	Controla motor eléctrico de bomba de vacío	Desfasamiento de contactor	No se realiza el vacío	10		Mala calidad del producto	4		4	160	Evaluación de marcas	- Área de compras - Jefatura de mtto.	Usar producto de buena calidad	4	4	3	48
Perno de ajuste de tapa	Sujeta tapa de tablero eléctrico de máquina	Rotura de rosca	Tapa de tablero eléctrico se cae	2		- Ajuste inadecuado - Posición inadecuada	6		8	96	Precisión en la regulación	Técnico encargado	Uso correcto de herramientas de ajuste	2	3	6	36

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE MÁQUINA										HOJA N°	FECHA	REALIZADO POR:					
LAMINADORA DE POTA										5	ABRIL 2016	JASON CRISANTO AGUIRRE					
DE PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/>				DE DISEÑO: <input type="checkbox"/>													
PRODUCTO: LAMINADORA DE POTA				PROCESO: FILETEO DE POTA				RESPONSABLE: STALIN SUNCIÓN PALACIOS									
ESPECIFICACIÓN: APLICA A LAMINADORA DE POTA 01				OPERACIÓN: SALA DE COCINA				REVISADO POR: FERNANDO MADRID GUEVARA									
FECHA DE EDICIÓN: ABRIL 2016				ACTUAR SOBRE NPR > QUE: 100													
NOMBRE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DE FALLO	S	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONTROLES ACTUALES	D	NPR	ACCION CORRECTORA	RESPONSABLES	ACCIONES IMPLANTADAS	VALORACIÓN			NPR
														S	O	D	
Sierra cinta	Filetea el producto	Rotura de sierra cinta	Se paraliza el fileteo de la línea de producción.	8		-Mala calibración entre poleas. -Mala calidad.	7	- Cambio al término de vida útil	3	168	-Cambio de producto. -Calibración adecuada.	- Jefatura mtto. -Logística.	Llevar control de horas de trabajo	4	4	2	32
Cadena de transmisión	Mueve la faja transportadora	-Desgaste de producto. -Oxidación de producto	Se deja de mover la faja.	9		-Mala calidad. -Mal tensado.	8	-Inspección de trabajo	3	216	-Cambio de producto. -Lubricación	- Jefatura mtto. -Logística.		3	3	3	27
Guía de cuchilla	Guía rotación de cuchilla	- Descalibración de cuchilla y vibración.	Ajuste excesivo de cuchilla	9		-Falta de limpieza	9	-Inspección de trabajo	3	243	-Limpieza -Ajuste	Operador de mantenimiento.	Llevar control de limpieza de máquina.	5	4	3	60

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS DE MÁQUINA PELADORA DE POTA										HOJA N°	FECHA	REALIZADO POR:					
DE PROCESO: <input checked="" type="checkbox"/>					DE DISEÑO: <input type="checkbox"/>					6	ABRIL 2016	JASON CRISANTO AGUIRRE					
PRODUCTO: PELADORA DE POTA					PROCESO: FILETEO DE POTA					RESPONSABLE: STALIN SUNCIÓN PALACIOS							
ESPECIFICACIÓN: APLICA A PELADORA DE POTA 01					OPERACIÓN: SALA DE COCINA					REVISADO POR: FERNANDO MADRID GUEVARA							
FECHA DE EDICIÓN: ABRIL 2016					ACTUAR SOBRE NPR > QUE: 100												
NOMBRE PRODUCTO	OPERACIÓN O FUNCIÓN	MODO DE FALLO	EFECTOS DE FALLO	S	G	CAUSAS DEL FALLO	O	CONTROLES ACTUALES	D	NPR	ACCION CORRECTORA	RESPONSABLES	ACCIONES IMPLANTADAS	VALORACIÓN			NPR
														S	O	D	
Contactor eléctrico	Controla funcionamiento de motor eléctrico.	Desfasamiento de contactos	Se detiene el proceso productivo	9		-Mala calidad del producto. -Fin de vida útil de producto.	3	-Inspección de trabajo	6	162	-Cambio de producto.	- Jefatura mtto. -Logística.		4	4	4	64
Faja A-72	Transmite RPM de motor a poleas	Rotura de producto	Se paraliza el pelado de pota	9		-Calidad del producto. -Demasiada tensión. -Fin de vida útil.	3	-Inspección de trabajo	4	108	-Cambio de producto. -Buen ajuste y calibración.	- Jefatura mtto. -Logística.		3	4	2	24
Perno regulador	Perno dañado	Se barrió el hilo del perno	Faja transportador a se mueve a un costado	8		-Contacto directo con agua. -Mal ajuste de perno.	3	-Inspección de trabajo	8	192	-Cambio de producto. -Correcta regulación de presión	- Jefatura mtto.		3	3	5	45

#### 5.4. Programa de mantenimiento preventivo

Los siguientes cuadros muestran las actividades que se deben realizar para lograr el mantenimiento Preventivo tomado como base para después crear los procedimientos y Check List de Mantenimiento Preventivo

**Cuadro 4.3: Actividades del Mantenimiento Preventivo máquina cortadora de perico**

MÁQUINA CORTADORA DE PERICO																		
Nº	ACTIVIDADES	HORAS DE TRABAJO																
		0	500	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500	6000	6500	7000	7500	8000
1	CAMBIO DE RODAJES																	
2	CAMBIO DE FAJAS																	
3	CAMBIO DE SIERRA CINTA																	
4	CAMBIO ARRANCADOR DIRECTO																	
5	CAMBIO DE BLOCKS DE MANDO																	
6	MANTENIMIENTO MOTOR ELÉCTRICO																	
7	CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL																	

**Cuadro 4.4: Actividades del mantenimiento preventivo máquina selladora manual**

MÁQUINA SELLADORA MANUAL																				
Nº	ACTIVIDADES	HORAS DE TRABAJO																		
		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	3000	7200
1	CAMBIO DE RESISTENCIA DE MICRÓN																			
2	CAMBIO DE CINTA TEFLÓN																			
3	AJUSTES DE BRAZO DE SELLADO																			
4	CAMBIO SWITCH FINAL DE CARRERA																			
5	INSPECCIÓN GENERAL DE SISTEMA ELÉCTRICO																			
6	CAMBIO DE TRANSFORMADOR																			

**Cuadro 4.5: Actividades del mantenimiento preventivo máquina detectora de metales**

MÁQUINA DETECTORA DE METALES																							
Nº	ACTIVIDADES	HORAS DE TRABAJO																					
		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	8000
1	CALIBRACIÓN DE FAJA TRANSPORTADORA																						
2	INSPECCION DEL SISTEMA ELECTRÓNICO																						
3	CAMBIO DE RODAJES																						
4	CAMBIO DE RETENES																						
5	CAMBIO DE LLAVE TERMOMAGNÉTICA																						
7	CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL																						

**Cuadro 4.6: Actividades del mantenimiento preventivo máquina selladora al vacío**

MÁQUINA SELLADORA AL VACÍO																							
Nº	ACTIVIDADES	HORAS DE TRABAJO																					
		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	3000
1	CAMBIO DE RESISTENCIA DE MICRÓN																						
2	CAMBIO CINTA TEFLÓN																						
3	INSPECCIÓN Y/O CAMBIO DE PRESAESTOPA																						
4	CAMBIO DE CONTACTOR ELÉCTRICO																						
5	MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO																						
6	CAMBIO DE BOBINAS SOLENOIDES																						
7	CAMBIO DE MANGUERAS DE SUCCIÓN																						
8	CAMBIO DE FILTROS DE AIRE																						
9	CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE																						
10	CAMBIO DE ACEITE EN BOMBA DE VACÍO																						
11	CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL																						



**Cuadro 4.7: Actividades del mantenimiento preventivo máquina laminadora**

MÁQUINA LAMINADORA														
Nº	ACTIVIDADES	HORAS DE TRABAJO												
		0	50	100	150	200	250	800	850	900	950	2000	5000	8000
1	CAMBIO DE RODAJES													
2	CAMBIO DE RETENES													
3	CAMBIO DE FAJA TRANSPORTADORA													
4	CAMBIO DE FAJA DE FRICCIÓN													
5	CAMBIO DE CADENAS													
6	CAMBIO DE CUCHILLA													
7	MANTENIMIENTO MOTOR ELÉCTRICO													
8	CAMBIO DE ARRANCADOR DIRECTO													
9	CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL													

**Cuadro 4.8: Actividades del mantenimiento preventivo máquina peladora de papa**

MÁQUINA PELADORA DE POTA																									
Nº	ACTIVIDADES	HORAS DE TRABAJO																							
		0	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	2000	5000	8000
1	CAMBIO DE RODAJES																								
2	CAMBIO DE RETENES																								
3	CAMBIO DE FAJA TRANSPORTADORA																								
4	CAMBIO DE CADENAS																								
5	CAMBIO DE CUCHILLA CINTA																								
6	CAMBIO DE ACEITE A REDUCTOR																								
7	CAMBIO DE FAJAS DE TRANSMISIÓN																								
8	MANTENIMIENTO MOTOR ELÉCTRICO																								
9	CAMBIO DE ARRANCADOR DIRECTO																								
10	CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL																								

**Cuadro 4.9: Actividades a realizar por máquina**

<b>MÁQUINA</b>	<b>ACTIVIDAD A REALIZAR</b>
Cortadora de perico	Cambio de 02 rodamientos N°6205 y 02 rodamientos N°6206, prueba de motor eléctrico, alineamiento de poleas, cambio de sierra cinta.
Selladora manual	Cambio de cinta teflón.
Detector de metales	Reprogramación de patrones en el PLC, prueba de detección y calibración de faja.
Selladora al vacío	Inspección y/o cambio de resistencias de micrón de 45 v y 6 Amp y mangueras de 1" DIA. INT succión, limpieza.
Laminadora de pota	Cambio de rodajes N° 6006, 6205, 6004, 6904, 6005, 6003 y retenes N° 35-55-8,25-52-10,20-42-7,30-50-8. Prueba de motor, calibración de fajas y cuchillas.
Peladora de pota	Cambio de rodajes N° 1205 y retenes 25-45-8-7, 30-52-8-3. Prueba de motor y calibración de fajas A-72, A-52 y cuchillas, alineamiento de cadenas ASA-40.

Tiempo y las necesidades de personal para realizar el correctivo, programado y el preventivo programado.

**Cuadro 4.10: Tiempo y recurso humano de mantenimiento**

<b>MÁQUINA</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>PERSONAS A UTILIZAR</b>
Cortadora de perico	16 horas	Mecánico y electricista
Selladora manual	20 minutos	Mecánico y electricista
Detector de metales	05horas y 30 minutos	Eléctrico - electrónico y mecánico sala
Selladora al vacío	04 horas	Mecánico y electricista
Laminadora de pota	20 horas	Mecánico y electricista
Peladora de pota	20 horas	Mecánico y electricista

## **5.5. Procedimientos de mantenimiento y Check List**

**5.5.1.-** Procedimiento para el adecuado mantenimiento de la máquina cortadora de perico. (Anexo 02)

**5.5.2.-** Procedimiento para el adecuado mantenimiento de la máquina selladora manual. (Anexo 03)

**5.5.3.-** Procedimiento para el adecuado mantenimiento de la máquina detectora de metales. (Anexo 04)

**5.5.4.-** Procedimiento para el adecuado mantenimiento de la máquina selladora al vacío. (Anexo 05)

**5.5.5.-** Procedimiento para el adecuado mantenimiento de la máquina laminadora de pota. (Anexo 06)

**5.5.6.-** Procedimiento para el adecuado mantenimiento de la máquina peladora de pota. (Anexo 07)

**5.5.7.-** Check list para la máquina cortadora de perico. (Anexo 08)

**5.5.8.-** Check list para la máquina selladora manual. (Anexo 09)

**5.5.9.-** Check list para la máquina detectora de metales. (Anexo 10)

**5.5.10.-** Check list para la máquina selladora al vacío. (Anexo 11)

**5.5.11.-** Check list para la máquina laminadora de pota. (Anexo 12)

**5.5.12.-** Check list para la máquina peladora de pota. (Anexo 13)

## V. ANÁLISIS DE APLICACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO

### 5.1. Reducir el tiempo medio para reparar fallas mediante análisis modal de fallos y efectos (AMFE).

#### 5.1.1. Análisis del tiempo medio para reparar fallas en la Pre-Prueba

**Cuadro 5.1: Reporte Mensual del tiempo medio para reparar fallas de los Equipos de la Pre-Prueba.**

ITEM	EQUIPOS	MTTR PRE - PRUEBA		
		AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
1	Cortadora de Perico	250 min	465 min	336 min
2	Selladora Manual	64 min	175 min	236 min
3	Detectora de Metales	220 min	342 min	72 min
4	Selladora al Vacío	205 min	177 min	225 min
5	Laminadora de Pota	615 min	265 min	182 min
6	Peladora de Pota	146 min	180 min	212 min
Tiempo total de reparación:		1500 min	1604 min	1263 min

Fuente: Ficha de Observación de Tiempo. Elaborado por el Autor

En el Cuadro 5.1 se muestra el tiempo medio de reparación de fallas de cada uno de los equipos expresados en minutos las cuales fueron evaluadas desde Agosto de 2015 hasta la primera quincena de Octubre de 2015 en las distintas actividades del proceso productivo de Mai Shi Group S.AC, obteniendo como resultado el tiempo total de reparación de falla, en el mes de Agosto se obtuvo 1500 min., en el mes de Setiembre un 1604 min., en el mes de Octubre 1263 min. Obteniendo un tiempo total de falla de 4367 min. en los meses de la pre-prueba.

### 5.1.2. Análisis del tiempo de falla en la Post-Prueba

**Cuadro 5.2: Reporte Mensual del tiempo medio para reparar fallas de los Equipos de la Post-Prueba.**

ITEM	EQUIPOS	MTTR POST- PRUEBA		
		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	Cortadora de Perico	0 min	12 min	35 min
2	Selladora Manual	18 min	5 min	10 min
3	Detector de Metales	0 min	10 min	0 min
4	Selladora al Vacío	0 min	0 min	11 min
5	Laminadora de Pota	7 min	5 min	0 min
6	Peladora de Pota	25 min	0 min	0 min
Tiempo total de reparación:		50 min	32 min	56 min

Fuente: Ficha de Observación de Tiempo. Elaborado por el Autor

Una vez aplicado el plan de mantenimiento preventivo se recogió nuevamente información sobre el Tiempo de reparación de fallas, como se muestra en el Cuadro 5.2, la cual se evaluó en la segunda quincena de octubre, noviembre y diciembre del 2015 obteniendo un tiempo total de reparación de falla mensual de 50 min. , 32 min. Y 56 min. respectivamente. Obteniendo un tiempo total de falla de 138 min.

### 5.1.3. Prueba de hipótesis para el tiempo medio para reparar fallas

Ho: Con el análisis modal de fallas y efectos (AMFE) no se puede reducir el tiempo medio para reparar fallas de los equipos de proceso

Ha: Con el análisis modal de fallas y efectos (AMFE) se puede reducir el tiempo medio para reparar fallas de los equipos de proceso.

**Cuadro 5.3: Estadísticos de muestras relacionadas Pre y Post prueba mensual del tiempo medio para reparar fallas (MTTR)**

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
MTTR_PRE_PRUEBA	1455,667	3	174,76937	100,90314
MTTR_POST_PRUEBA	46,000	3	12,49	7,21110

Los resultados indican que la media del MTTR en el pre-test es de 1455,667, su desviación estándar es de 174,76937 y su error típico de la media es de 100,90314; y la media del MTTR del post-test es de 46,000, su desviación estándar es de 12,49 y su error típico de la media es de 7,21110.

**Cuadro 5.4: Prueba de muestras relacionadas Pre y Post prueba mensual del tiempo medio para reparar fallas (MTTR)**

MTTR_PR E_PRUEB A - MTTR_PO ST_PRUE BA	Diferencias relacionadas					t	g l	Sig. (bilater al)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
	1409,66 67	185,81263	107,2789 7	948,082 51	1871,250 83	13,14 0	2	,006

La tabla nos da la prueba t con un alpha de 0,05 (nos ofrece el nivel de significación  $1 - 0,05 = 0,95 = 95\%$ ) y vemos como la diferencia entre las medias es de 1409,667 y que el límite aceptable está comprendido entre los valores 948,08251 y 1871,25083, como vemos, la diferencia se encuentra dentro de ese intervalo, por tanto asumimos que las medias son diferentes. También podemos ver el estadístico t que vale 13,140 y junto a él su significación o valor p que vale 0,006. Dado que este valor es menor que 0,025 ( $0,05 / 2 = 0,025$  dado que el contraste es bilateral) rechazamos la  $H_0$  y se acepta  $H_a$ , entonces se dice que es significativo y se puede afirmar que, con el análisis modal de fallas y efectos (AMFE) se puede reducir el tiempo medio para reparar fallas de los equipos de proceso.

## 5.2. Incrementar el tiempo medio para fallar mediante elaboración de procedimientos de mantenimiento.

### 5.2.1. Análisis del tiempo medio para fallar o de operación en la Pre-prueba

**Cuadro 5.5: Reporte Mensual del tiempo medio para fallar o en operación de los Equipos de la Pre-Prueba.**

ITEM	EQUIPOS	MTTF PRE - PRUEBA		
		AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE
1	Cortadora de Perico	380 min	364 min	261 min
2	Selladora Manual	574 min	562 min	153 min
3	Detector de Metales	362 min	458 min	323 min
4	Selladora al Vacío	411 min	610 min	264 min
5	Laminadora de Pota	540 min	460 min	210 min
6	Peladora de Pota	610 min	494 min	126 min
Tiempo total para la falla:		2877 min	2948 min	1337 min

Fuente: Ficha de Observación de Tiempo. Elaborado por el Autor

En el cuadro 5.5 se muestra el tiempo medio para fallar, de los equipos de la empresa durante la pre prueba. El cual fue evaluado en los meses de agosto, setiembre y primera quincena de octubre, obteniendo 2877 min., 2948 min., 1337 min., respectivamente. Obteniendo un tiempo medio para fallar total en los meses ya mencionados de 7162 min.

### 5.2.2. Análisis del tiempo medio para fallar o de operación en la Post-prueba

**Cuadro 5.6: Reporte Mensual del tiempo medio para fallar de los Equipos de la Post-Prueba.**

ITEM	EQUIPOS	MTTF POST - PRUEBA		
		OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
1	Cortadora de Perico	918 min	1985 min	1968 min
2	Selladora Manual	1010 min	1752 min	1987 min
3	Detector de Metales	1833 min	1100 min	1916 min
4	Selladora al Vacío	1008 min	1200 min	1910 min
5	Laminadora de Pota	1613 min	902 min	0 min
6	Peladora de Pota	645 min	981 min	0 min
Tiempo total para la falla:		7027 min	7920 min	7781 min

Fuente: Ficha de Observación de Tiempo. Elaborado por el Autor

La aplicación del plan de mantenimiento permitió recoger nuevamente información sobre la Tiempo medio para fallar, como se muestra en el cuadro 5.6, la cual se evaluó en la segunda quincena de octubre, noviembre y diciembre del 2015 obteniendo un tiempo total medio para fallar mensual de 7027 min., 7920 min., y 7781 min. respectivamente. Obteniendo un tiempo medio para fallar total de 22728 min.

### 5.2.3. Prueba de hipótesis para el tiempo medio para fallar

Ho: Con la elaboración de procedimientos de mantenimiento no se puede incrementar el tiempo medio para fallar de los equipos de proceso.

Ha: Con la elaboración de procedimientos de mantenimiento se puede incrementar el tiempo medio para fallar de los equipos de proceso.

**Cuadro 5.7: Estadísticos de muestras relacionadas Pre y Post prueba mensual del tiempo medio para fallar (MTTF)**

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
MTTF_PRE_PRUEBA	2387,3333	3	910,30782	525,56647
MTTF_POST_PRUEBA	7576,0000	3	480,50078	277,41725

Los resultados indican que la media del MTTF en la pre-prueba es de 2387,3333, su desviación estándar es de 910,30782 y su error típico de la media es de 525,56647; y la media del MTTF de la post-prueba es de 7576,0000, su desviación estándar es de 480,50078 y su error típico de la media es de 277,41725.

**Cuadro 5.8: Prueba de muestras relacionadas Pre y Post prueba mensual del tiempo medio para fallar (MTTF)**

MTTF_PR E_PRUEB A - MTTF_PO ST_PRUE BA	Diferencias relacionadas					t	g l	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
	- 5188,66 667	1162,24667	671,0234 3	- 8075,84 746	- 2301,485 87	- 7,732	2	,016



La tabla nos da la prueba t con un alpha de 0,05 (nos ofrece el nivel de significación  $1 - 0,05 = 0,95 = 95\%$ ) y vemos como la diferencia entre las medias es de -5188,66667 y que el límite aceptable está comprendido entre los valores -8075,84746 y -2301,48587, como vemos, la diferencia se encuentra dentro de ese intervalo, por tanto asumimos que las medias son diferentes. También podemos ver el estadístico t que vale -7,732 y junto a él su significación o valor p que vale 0,016. Dado que este valor es menor que 0,025 ( $0,05 / 2 = 0,025$  dado que el contraste es bilateral) rechazamos la  $H_0$ , y se acepta  $H_a$ ; entonces se dice que es significativo y se puede afirmar que con la elaboración de procedimientos de mantenimiento se podrá incrementar el tiempo medio para fallar de los equipos de proceso.

Con los datos que fueron obtenidos tanto del MTTF Y MTTR ahora se puede calcular la disponibilidad de los equipos en la pre prueba y en la post prueba:

**Cuadro 5.9: Resultados Disponibilidad en Pre - Prueba.**

DISPONIBILIDAD PRE PRUEBA				
MES	MTTR	MTTF	MTBF	DISP
AGOSTO	1500	2877	4377	0.7447677
SETIEMBRE	1604	2948	4552	0.7394412
OCTUBRE	1263	1337	2600	0.673052

Elaborado por el Autor

En el cuadro 5.9 se muestra la disponibilidad de los equipos durante la pre prueba. El cual fue evaluado con la fórmula establecida en la definición operacional de la disponibilidad (Cuadro 3.1) en los meses de agosto, setiembre y primera quincena de octubre, obteniendo un porcentaje de disponibilidad del 74.47%, 73,94% y 67,30%, respectivamente.

**Cuadro 5.10: Resultados Disponibilidad en Post - Prueba.**

DISPONIBILIDAD POST PRUEBA				
MES	MTTR	MTTF	MTBF	DISP
OCTUBRE	50	7027	7077	0.9929844
NOVIEMBRE	32	7920	7952	0.995992
DICIEMBRE	56	7781	7837	0.9929051

Elaborado por el Autor

En el cuadro 5.10 se muestra la disponibilidad de los equipos durante la post prueba. El cual fue evaluado de igual forma que en la pre prueba con la fórmula establecida en la definición operacional de la disponibilidad (Cuadro 01) en la segunda quincena de octubre, noviembre y diciembre, obteniendo un porcentaje de disponibilidad del 99.29%, 99.59% y 99.29%, respectivamente.

**Cuadro 5.11: Comparación de Disponibilidad en pre prueba y post prueba.**



Elaborado por el Autor

Como se logra apreciar en el cuadro 5.11, la disponibilidad en la pre prueba fue menor que en la post prueba, por lo tanto se dice que los equipos han aumentado su disponibilidad.

### **5.3. Incrementar el nivel de conocimiento de los operarios mediante la capacitación en temas de mantenimiento preventivo.**

#### **5.3.1. Resultados Pre – test**

Después de haber aplicado el pre - test en el cual el cuadro 5.12 nos muestra las notas obtenidas de los participantes, se tomó la decisión de capacitarlos en los puntos donde se tenía la mayor deficiencia para lo cual se elaboró un plan de capacitaciones (Anexo 01) donde se programaron las dos capacitaciones.

**Cuadro 5.12: Resultados Pre - test.**

Nº	Técnico	PRE-TEST
1	García Alvarado, Carlos Alberto	11
2	Castillo Girón, Eduardo	10,5
3	Bardales Delgado, José	10
4	Vílchez More, Jacsson	8,5
5	Carreño Carrasco, Robert	8
6	Sunción Palacios, Stalin	8
7	Purizaca Zapata, Javier	7
8	Morán Peña, Edgar	6
9	Pardo Cortez, Darwin	4
10	Escobar Camacho, Wilmer	4
11	Yovera Peña, Manuel	3,5

Fuente: Pre-Test de conocimientos. Elaborado por el Autor

### 5.3.2. Resultados Post - test

Después de haber aplicado las capacitaciones se aplicó el post - test en el cual el cuadro 5.13 nos muestra las notas obtenidas de los participantes:

**Cuadro 5.13: Resultados Post - test.**

Nº	Técnico	POST-TEST
1	García Alvarado, Carlos Alberto	15
2	Castillo Girón, Eduardo	13
3	Bardales Delgado, José	14
4	Vílchez More, Jacsson	12
5	Carreño Carrasco, Robert	13
6	Sunción Palacios, Stalin	13
7	Purizaca Zapata, Javier	14
8	Morán Peña, Edgar	12,5
9	Pardo Cortez, Darwin	11
10	Escobar Camacho, Wilmer	11,5
11	Yovera Peña, Manuel	11

Fuente: Post-Test de conocimientos. Elaborado por el Autor

Después de haber aplicado las capacitaciones y los test se ha procedido a contrastar el Pre-test y Post-test, mediante una contrastación de hipótesis.

### 5.3.3. Prueba de hipótesis para el nivel de conocimiento de los operarios

Ho: Con las capacitaciones al personal no se puede incrementar el nivel de conocimiento de los operarios.

Ha: Con las capacitaciones al personal se puede incrementar el nivel de conocimiento de los operarios.

**Cuadro 5.14: Estadísticos de muestras relacionadas Pre y Post test del nivel de conocimiento de los operarios**

	Media	N	Desviación típ.	Error típ. de la media
PRE_TEST_CONOCIMIENTOS	7,3182	11	2,67650	0,80699
POST_TEST_CONOCIMIENTOS	12,7273	11	1,29158	0,38943

Los resultados indican que la media del nivel de conocimientos en el pre-test es de 7,3182, su desviación estándar es de 2,67650 y su error típico de la media es de 0,80699; y la media del nivel de conocimientos del post-test es de 12,7273, su desviación estándar es de 1,29158 y su error típico de la media es de 0,38943.

**Cuadro 5.15: Prueba de muestras relacionadas Pre y Post test del nivel de conocimiento de los operarios**

PRE_TEST_C ONOCIMIENT OS - POST_TEST_C ONOCIMIENT OS	Diferencias relacionadas					t	gl	Sig. (bilateral )
	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media	95% Intervalo de confianza para la diferencia				
				Inferior	Superior			
	-5.40909	1.77226	.53436	-6.59971	-4.21847	-10.123	10	.000

La tabla nos da la prueba t con un alpha de 0,05 (nos ofrece el nivel de significación  $1 - 0,05 = 0,95 = 95\%$ ) y vemos como la diferencia entre las medias es de -5,40909 y que el límite aceptable está comprendido entre los valores -6,59971 y -4,21847, como vemos, la diferencia se encuentra dentro de ese intervalo, por tanto asumimos que las medias son diferentes. También podemos ver el estadístico t que vale -10,123 y junto a él su significación o valor p que vale 0,000. Dado que este valor es menor que 0,025 ( $0,05 / 2 = 0,025$  dado que el contraste es bilateral) rechazamos la  $H_0$  y se acepta  $H_a$ , entonces se dice que es significativo y se puede afirmar que, con las capacitaciones al personal se puede incrementar el nivel de conocimiento de los operarios.

## CONCLUSIONES

Con respecto al primer objetivo reducir el tiempo medio para reparar fallas mediante análisis modal de fallos y efectos (AMFE), los cuales fueron aplicadas a los equipos, estas actividades participaron directamente en la disminución del tiempo de reparación de fallas de los equipos que durante el pre-test se obtuvo 4367 minutos, a comparación de los resultados obtenidos en el post-test los cuales fueron 138 minutos de tiempo de falla.

Con respecto al segundo objetivo incrementar el tiempo medio para fallar mediante elaboración de procedimientos de mantenimiento. Se logró incrementar significativamente el tiempo medio para fallar, que durante el pre-test se obtuvo 7162 minutos y las cuales aumentaron a 22728 en el post-test, esto permitió que los operarios tengan mayor rapidez y confianza en el momento brindar mantenimiento a los equipos.

Con respecto al tercer objetivo incrementar el nivel de conocimiento de los operarios mediante la capacitación en temas de mantenimiento preventivo, se ha logrado aumentar de 36.25% a 64.45% el nivel de conocimiento de los operarios de la empresa Mai Shi Group SAC.

## **RECOMENDACIONES**

Continuar con las actividades programadas en el cronograma de mantenimiento para así garantizar el funcionamiento y evitar paradas no deseadas de los equipos.

Garantizar las actividades programadas de mantenimiento para tener un buen servicio de las máquinas y supervisar que se cumpla con los objetivos y políticas establecidas para el Plan de mantenimiento.

Continuar con las capacitaciones al personal y sobre todo a los nuevos, sobre los procedimientos de trabajo de mantenimiento.

Incorporar en los talleres una zona donde se pueda incorporar el plan de mantenimiento de los equipo.

## **VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ÁLAMO SOSA, José Enrique (2010). **Implementación del mantenimiento preventivo para mejorar el índice de disponibilidad de las cosechadoras de Caña 3520 de la Empresa Agrícola Del Chira S.A Caña Brava –Sullana.** Escuela de Ingeniería Industrial. Universidad César Vallejo. Piura. Perú.
- CELA ANDAGOYA, ROMMEL FERNANDO. (2005). **“MANTENIMIENTO CENTRADO EN LA CONFIABILIDAD (RCM) DEL AUTOTRANSFORMADOR DE POMASQUI 230/138/13.8”.** ESCUELA POLITECNICA NACIONAL.QUITO.ECUADOR
- COY CATÚ, Julio Cesar (2010). **Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para la maquinaria y mejora del sistema de extracción de vapores inflamables, en la empresa transproductos, s.a.** tesis para obtener el título profesional de ingeniero mecánico industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- FABIAN GRIJALVA, W. (2003). **Diseño de un programa de mantenimiento preventivo para una planta de café soluble.** Facultad de Ingeniería. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- HERNÁNDEZ, R. FENÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P. (2006). **Metodología de la Investigación.** McGraw-Hill/ Interamericana Editores, S.A. México, D.F.
- PASCUAL J., Rodrigo. (2002). **Manual del Ingeniero de Mantenimiento.**
- QUITO, Carmen y LEÓN, Teobaldo. (2013). **“Guía para la elaboración del Anteproyecto e Informe Final en la Facultad de Ingeniería Industrial”.** Facultad de Ingeniería Industrial. UNP. Piura. Perú.
- RIVERA RUBIO, Enrique (2011). **Sistema de gestión del Mantenimiento Industrial.** Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima. Perú.

TELLO CHOQUEHUANCA, Hebert. (2014). “Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de la maquinaria pesada de la empresa Andalucita S.A.” Universidad César Vallejo. Piura. Perú

ZAPATA, Carlos. (2011). **DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE LA PLANTA HyL II EN LA SIDERÚRGICA DEL ORINOCO “ALFREDO MANEIRO”** Facultad de Ingeniería Industrial. Universidad Nacional Experimental Politécnica. Ciudad Guayana. Venezuela.



## **ANEXOS**

### **Anexo 01: Plan de capacitaciones**

#### **1. OBJETIVO**

Impartir instrucciones y conocimientos, en materia de conceptos y procedimientos de mantenimiento de acuerdo a las actividades que se desarrollan y así modificar conductas del personal en la empresa MAI SHI GROUP S.A.C.

#### **2. ALCANCE**

Este plan es aplicable a los colaboradores del área de Mantenimiento de la empresa MAI SHI GROUP S.A.C.

#### **3. RESPONSABILIDADES**

##### **3.1. Jefe Mantenimiento**

- Otorgar los recursos y facilidades necesarias para el desarrollo del plan
- Asegurar el cumplimiento del plan de Capacitaciones al personal en materia de conocimientos y procedimientos de mantenimiento.

##### **3.2. Tesista**

- Proporciona las capacitaciones de conocimientos y procedimientos a todos los colaboradores del área de mantenimiento de MAI SHI GROUP S.A.C.
- Evaluar con un PRE Y POST- TEST las capacitaciones al personal.
- Gestionar la inducción y capacitación General al personal nuevo.
- Mantener el registro de las capacitaciones.

##### **3.3. Colaboradores**

- Asistir y participar de manera activa en las capacitaciones programadas por el Tesista en cuanto a los temas de conocimientos y procedimientos de mantenimiento.
- Poner en práctica lo proporcionado en las capacitaciones e impartición de conocimientos y procedimientos de mantenimiento.

## **4. PROCEDIMIENTO**

### **4.1. Planes de Entrenamiento**

El Tesista, planificará, organizará y conducirá talleres y charlas programadas de las actividades, que enseñarán el funcionamiento y correcta aplicación de los conocimientos y los procedimientos de trabajo de mantenimiento.

Para ello se llevará un registro de todas las capacitaciones brindadas, con los datos de las personas que asistieron al entrenamiento.

Se incluyen las siguientes capacitaciones:

#### **4.1.1. Capacitación General:**

La capacitación General se realizará en concordancia con las políticas y compromiso de MAI SHI GROUP S.A.C., dirigida al personal de la empresa para desempeñar labores en el área de mantenimiento, tratando los temas de:

- Aspectos generales de MAI SHI GROUP S.A.C.
- Definiciones básicas de mantenimiento, objetivos, tipos, estrategias e indicadores.
- Ejemplos orientados al mantenimiento industrial.

#### **4.1.2. Capacitación Específica:**

Estará dirigida al personal de mantenimiento inmiscuido directamente con la reparación de las máquinas definidas en la población del anteproyecto, consistirá en la capacitación con aspectos a fondo en mantenimiento en función al colaborador. Durante la capacitación se involucrará sobre la responsabilidad de los trabajadores en el cumplimiento de los objetivos 2 y 3 definidos en el anteproyecto.

Entre los temas de la capacitación se detalla:

- Aplicación de Indicadores de Mantenimiento (MTTR, MTTF Y MTBF)
- Dar a conocer los procedimientos que se realicen en materia de incremento del MTTF.
- Explicar de manera clara y precisa los pasos para realizar los AMFE's de cada máquina de la población del proyecto para así reducir el MTTR.

La capacitación proveerá información al personal sobre el desempeño de sus actividades con respecto al mantenimiento de las máquinas que se encuentran definidas en la población y de esta manera, aprenderán a trabajar en la nueva era del mantenimiento y coadyuvarán al desarrollo de este proyecto.

## 5. Anexo 1.1 : TEST DE CONOCIMIENTOS GENERALES EN MANTENIMIENTO

NOMBRE: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

El siguiente Test será aplicado al personal de mantenimiento involucrado en el arreglo de las máquinas pertenecientes a la población de este proyecto.

- 1.- ¿QUÉ ENTIENDES POR MANTENIMIENTO?
  
- 2.- ¿CUÁNTOS TIPOS DE MANTENIMIENTO CONOCES?
  
- 3.- ¿QUÉ ESTRATEGIAS DE MANTENIMIENTO CONOCES?
  
- 4.- ¿CONOCES LOS INDICADORES DE CLASE MUNDIAL DE MANTENIMIENTO? SI, NO, MENCIONALOS
  
- 5.- ¿QUÉ ES MANTENIMIENTO PREVENTIVO?
  
- 6.- ¿SABES QUÉ ES UN PLAN DE MANTENIEMIENTO?
  
- 7.- ¿SABES QUÉ ES UNA OTM Y UN PDT?
  
- 8.- ¿CONOCES QUÉ ES UN AMFE?
  
- 9.- ¿LLEVAS UN CONTROL DETALLADO DE LOS TRABAJOS DE MANTENIMIENTO QUE REALIZAS?
  
- 10.- EN TU CENTRO LABORAL, ¿ACTUALMENTE MANEJAN UN SISTEMA DE MANTENIMIENTO? CUÁL?
  
- 11.- ¿ACTUALMENTE EXISTEN PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO EN TU CENTRO LABORAL?
  
- 12.- ¿CUÁLES SON LOS PROCEDIMIENTOS EXISTENTES EN TU CENTRO LABORAL?



***MAI SHI GROUP***

PROCEDIMIENTO PARA EL  
ADECUADO MANTENIMIENTO DE  
LA MÁQUINA CORTADORA DE  
PERICO

## **1. OBJETIVO:**

El objetivo de este procedimiento es inculcar al personal de mantenimiento las adecuadas pautas para realizar un buen mantenimiento a la máquina cortadora de perico, el uso de las herramientas y repuestos exactos que utilizarán al momento de realizarle sus respectivos mantenimientos y de esta manera incrementar el tiempo medio para fallar de dicha máquina.

## **2. ALCANCE:**

Este procedimiento se aplicará al personal que está involucrado directamente con el mantenimiento de máquinas que se utilizan en las diferentes áreas de proceso.

## **3. REFERENCIAS:**

Norma BRC 7ma versión año 2015

## **4. RESPONSABILIDADES:**

Son responsables de cumplir y hacer cumplir este procedimiento las jefaturas de Mantenimiento, al exigir y corroborar que el personal una vez ya capacitado, haga efectivas las pautas establecidas en estos procedimientos, para tener mejor control del mantenimiento que se brindó y así poder cumplir y optimizar el objetivo trazado.

## **5. DESCRIPCIÓN:**

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento definido en el desarrollo de esta tesis, nosotros como conocedores de las políticas y normas que están regidas en Mai Shi Group S.A.C, seguiremos el siguiente procedimiento:

- Cuando se informe al área de mantenimiento de una anomalía en la máquina cortadora de perico, se procederá a seleccionar a un técnico para realizar la detección y diagnóstico de la anomalía, de esta forma se determinará si es una falla mecánica o eléctrica.
- Si la falla detectada es una falla mecánica por rodajes las herramientas a utilizar son: Juego de llaves mixtas, destornillador estrella y destornillador plano, se procederá a verificar si los rodajes tienen desgaste y si eso sucedió, se realizará su respectivo cambio, de lo contrario solo se procederá a su limpieza y engrase.


- Si la falla detectada es una falla mecánica por fajas se procederá a inspeccionar si están desalineadas para su respectiva alineación, de estar deteriorada se procederá a su respectivo cambio.
- Si la falla detectada es una falla eléctrica en los pulsadores de arranque y encendido, se utilizarán las siguientes herramientas: destornillador plano, destornillador estrella, multitester, en esta situación se debe descartar que es lo que está mal, para así hacer su cambio.
- Si la falla detectada es una falla eléctrica dentro del motor, tendrá que utilizarse una pinza amperimétrica, para descartar si es que alguna bobina está desfasada, de ser así se procederá con el desmontaje del mismo para su rebobinado.

## **6. REGISTROS:**

REGISTRO MS-MT-R-01

## **7. ANEXOS:**

El siguiente formato es aquel documento que registre y ayude a tener un mejor control de las actividades y de las herramientas usadas en los mantenimientos de la maquinaria involucrada directamente con el proceso.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		MS-MT-R-01																												
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		AÑO:																												
EQUIPO:MÁQUINA CORTADORA DE PERICO		ÁREA EMPAQUE Y ENVASADO																													
		MES:																													
		RANGOS DE INSPECCIÓN:																													
		-VOLTAJE: 380V - 445V (v) -AMPERAJE MÁXIMO: 5 A -FRECUENCIA: 60 Hz																													
		TIPO DE MANTENIMIENTO: <i>Preventivo planificado</i>																													
CORTADORA 01:																															
TÉCNICO(S):																															
-																															
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS		MATERIAL GASTABLE		REPUESTOS																											
OBSERVACIONES PREVENTIVAS:																															
INSPECCIÓN:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VOLTAJE																															
AMPERAJE																															
FRECUENCIA																															
LIMPIEZA																															
TÉCNICO RESPONSABLE																JEFE DE MANTENIMIENTO															





***MAI SHI GROUP***

PROCEDIMIENTO PARA EL  
ADECUADO MANTENIMIENTO DE  
LA MÁQUINA SELLADORA MANUAL

## **8. OBJETIVO:**

El objetivo de este procedimiento es inculcar al personal de mantenimiento las adecuadas pautas para realizar un buen mantenimiento a la máquina selladora manual, el uso de las herramientas y repuestos exactos que utilizarán al momento de realizarle sus respectivos mantenimientos y de esta manera incrementar el tiempo medio para fallar de dicha máquina.

## **9. ALCANCE:**

Este procedimiento se aplicará al personal que está involucrado directamente con el mantenimiento de máquinas que se utilizan en las diferentes áreas de proceso.

## **10. REFERENCIAS:**

Norma BRC 7ma versión año 2015

Tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C."

## **11. RESPONSABILIDADES:**

Son responsables de cumplir y hacer cumplir este procedimiento las jefaturas de Mantenimiento, al exigir y corroborar que el personal una vez ya capacitado, haga efectivas las pautas establecidas en estos procedimientos, para tener mejor control del mantenimiento que se brindó y así poder cumplir y optimizar el objetivo trazado.

## **12. DESCRIPCIÓN:**

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento definido en el desarrollo de esta tesis, nosotros como conocedores de las políticas y normas que están regidas en Mai Shi Group S.A.C, seguiremos el siguiente procedimiento:

- Cuando se informe al área de mantenimiento de una anomalía en la máquina cortadora de perico, se procederá a seleccionar a un técnico para realizar la detección y diagnóstico de la anomalía, de esta forma se determinará si es una falla mecánica o eléctrica.
- Si la falla detectada es una falla mecánica por mal accionamiento de la manija de sellado (brazo palanca), se procederá a revisar los resortes que ayudan a ejercer la presión uniformemente, si éstos están deteriorados se procederá a su cambio, para esto solo se necesitan las siguientes herramientas: destornillador plano, destornillador estrella y alicate de pinza.
- Si la falla detectada es una falla eléctrica, se procederá a realizar la medición de la placa para diagnosticar que elemento es el que está obsoleto, por tratarse de

componentes descartables, se procede con su respectivo cambio, las herramientas que se utilizarán son: destornillador plano, destornillador estrella, multitester, cautil con pasta fundente y soldadura de estaño.

### **13. REGISTROS:**

REGISTRO MS-MT-R-02

### **14. ANEXOS:**

El siguiente formato es aquel documento que registre y ayude a tener un mejor control de las actividades y de las herramientas usadas en los mantenimientos de la maquinaria involucrada directamente con el proceso.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		MS-MT-R-02																												
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		AÑO:																												
EQUIPO: SELLADORA MANUAL			ÁREA SALA DE ENVASADO																												
			MES:																												
			TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo planificado																												
TRABAJO A REALIZAR																															
Selladora 01:																															
TÉCNICO(S):																															
-																															
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS		MATERIAL GASTABLE			REPUESTOS																										
OBSERVACIONES:																															
INSPECCIÓN:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VOLTAJE																															
AMPERAJE																															
FRECUENCIA																															
LIMPIEZA																															
TÉCNICO RESPONSABLE																															



***MAI SHI GROUP***

PROCEDIMIENTO PARA EL  
ADECUADO MANTENIMIENTO DE  
LA MÁQUINA DETECTORA DE  
METALES

## **15. OBJETIVO:**

El objetivo de este procedimiento es inculcar al personal de mantenimiento las adecuadas pautas para realizar un buen mantenimiento a la máquina detectora de metales, el uso de las herramientas y repuestos exactos que utilizarán al momento de realizarle sus respectivos mantenimientos y de esta manera incrementar el tiempo medio para fallar de dicha máquina.

## **16. ALCANCE:**

Este procedimiento se aplicará al personal que está involucrado directamente con el mantenimiento de máquinas que se utilizan en las diferentes áreas de proceso.

## **17. REFERENCIAS:**

Norma BRC 7ma versión año 2015

Tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C."

## **18. RESPONSABILIDADES:**

Son responsables de cumplir y hacer cumplir este procedimiento las jefaturas de Mantenimiento, al exigir y corroborar que el personal una vez ya capacitado, haga efectivas las pautas establecidas en estos procedimientos, para tener mejor control del mantenimiento que se brindó y así poder cumplir y optimizar el objetivo trazado.

## **19. DESCRIPCIÓN:**

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento definido en el desarrollo de esta tesis, nosotros como conocedores de las políticas y normas que están regidas en Mai Shi Group S.A.C, seguiremos el siguiente procedimiento:

- Cuando se informe al área de mantenimiento de una anomalía en la máquina detectora de metales, se procederá a seleccionar a un técnico para realizar la detección y diagnóstico de la anomalía, de esta forma se determinará si es una falla mecánica o eléctrica.
- Si la falla detectada es una falla mecánica, sea por rodajes deteriorados, porta rodajes malogrados o teflones desgastados, se procederá a su cambio inmediato, las herramientas a utilizar son: Juego de llaves mixtas, destornillador estrella, destornillador plano, pinza saca seguros.


- Si la falla detectada es una falla mecánica en la parte del sistema motor reductor, se procederá a la inspección de los mismos, para así determinar qué es lo que está fallando, si fuese fuga de aceites se cambiarán los retenes del sistema y se evaluará el cambio de rodajes según el resultado obtenido.
- Si la falla detectada es una falla eléctrica, se procederá a la respectiva medición de los componentes del sistema eléctrico para así descartar si están desfasados o deteriorados y se procederá al cambio de los mismo, se utilizarán las siguientes herramientas: destornillador plano, destornillador estrella y multitester.
- Si la falla detectada es en el PLC se procederá a contactar al proveedor para su respectivo reprogramación.

## **20. REGISTROS:**

- REGISTRO MS-MT-R-03

## **21. ANEXOS:**

El siguiente formato es aquel documento que registre y ayude a tener un mejor control de las actividades y de las herramientas usadas en los mantenimientos de la maquinaria involucrada directamente con el proceso.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		MS-MT-R-03																												
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		AÑO:																												
EQUIPO: MÁQUINA DETECTORA DE METALES		ÁREA EMPAQUE Y ENVASADO																													
		MES:																													
		RANGOS DE INSPECCIÓN:																													
		-VOLTAJE: 220V (v) -AMPERAJE MÁXIMO: 10 A -FRECUENCIA: 60 Hz																													
		TIPO DE MANTENIMIENTO: <i>Preventivo planificado</i>																													
TRABAJOS A REALIZAR																															
TÉCNICO(S): -																															
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS		MATERIAL GASTABLE		REPUESTOS																											
OBSERVACIONES PREVENTIVAS:																															
INSPECCIÓN:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VOLTAJE																															
AMPERAJE																															
FRECUENCIA																															
LIMPIEZA																															
TÉCNICO RESPONSABLE																JEFE DE MANTENIMIENTO															





***MAI SHI GROUP***

PROCEDIMIENTO PARA EL  
ADECUADO MANTENIMIENTO DE  
LA MÁQUINA SELLADORA AL VACÍO

## **22. OBJETIVO:**

El objetivo de este procedimiento es inculcar al personal de mantenimiento las adecuadas pautas para realizar un buen mantenimiento a la máquina selladora al vacío, el uso de las herramientas y repuestos exactos que utilizarán al momento de realizarle sus respectivos mantenimientos y de esta manera incrementar el tiempo medio para fallar de dicha máquina.

## **23. ALCANCE:**

Este procedimiento se aplicará al personal que está involucrado directamente con el mantenimiento de máquinas que se utilizan en las diferentes áreas de proceso.

## **24. REFERENCIAS:**

Norma BRC 7ma versión año 2015

Tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C."

## **25. RESPONSABILIDADES:**

Son responsables de cumplir y hacer cumplir este procedimiento las jefaturas de Mantenimiento, al exigir y corroborar que el personal una vez ya capacitado, haga efectivas las pautas establecidas en estos procedimientos, para tener mejor control del mantenimiento que se brindó y así poder cumplir y optimizar el objetivo trazado.

## **26. DESCRIPCIÓN:**

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento definido en el desarrollo de esta tesis, nosotros como conocedores de las políticas y normas que están regidas en Mai Shi Group S.A.C, seguiremos el siguiente procedimiento:

- Cuando se informe al área de mantenimiento de una anomalía en la máquina selladora al vacío, se procederá a seleccionar a un técnico para realizar la detección y diagnóstico de la anomalía, de esta forma se determinará si es una falla mecánica o eléctrica.
- Si la falla detectada es una falla en la parte de la resistencia de micrón, se procederá a la inspección y/o medición de la misma, si esta no arroja el voltaje de 45 v, se procederá a su respectivo cambio, esto incluye el cambio de recubrimiento de teflón que la recubre.


- Si la falla detectada es en las prensaestopas, se procederá al cambio de las mismas, no sin antes advertir a los operadores de la buena manipulación y utilización de la máquina, esta falla se da siempre por mala operación.
- Se realizará inspecciones periódicas sobre el estado de las mangueras de succión para ser cambiadas en el momento adecuado y no se detenga el proceso productivo, ya que si estas mangueras fallan no se realizará el vacío.
- Se llevará el control de trabajo de las bobinas para su cambio al fin de su vida útil.
- Para fallas en el sistema eléctrico de fuerza, se realizará la medición de sus componentes con multitester cada ciertos periodos, si se encontrara en mal estado alguno de estos componentes se procederá a su respectivo cambio.

**27. REGISTROS:**

- REGISTRO MS-MT-R-04

**28. ANEXOS:**

El siguiente formato es aquel documento que registre y ayude a tener un mejor control de las actividades y de las herramientas usadas en los mantenimientos de la maquinaria involucrada directamente con el proceso.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		MS-MT-R-04																												
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		AÑO:																												
EQUIPO: SELLADORAS AL VACÍO		ÁREA PLANTA DE HIELO																													
		MES:																													
		TIPO DE MANTENIMIENTO: Preventivo planificado																													
TRABAJOS A REALIZAR																															
Selladora 01:																															
TÉCNICO(S):																															
-																															
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS		MATERIAL GASTABLE		REPUESTOS																											
OBSERVACIONES:																															
INSPECCIÓN:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VOLTAJE																															
AMPERAJE																															
FRECUENCIA																															
LIMPIEZA																															
TÉCNICO RESPONSABLE				JEFE DE MANTENIMIENTO																											



***MAI SHI GROUP***

PROCEDIMIENTO PARA EL  
ADECUADO MANTENIMIENTO DE  
LA MÁQUINA LAMINADORA DE  
POTA

## **29. OBJETIVO:**

El objetivo de este procedimiento es inculcar al personal de mantenimiento las adecuadas pautas para realizar un buen mantenimiento a la máquina laminadora de pota, el uso de las herramientas y repuestos exactos que utilizarán al momento de realizarle sus respectivos mantenimientos y de esta manera incrementar el tiempo medio para fallar de dicha máquina.

## **30. ALCANCE:**

Este procedimiento se aplicará al personal que está involucrado directamente con el mantenimiento de máquinas que se utilizan en las diferentes áreas de proceso.

## **31. REFERENCIAS:**

Norma BRC 7ma versión año 2015

Tesis: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C.”

## **32. RESPONSABILIDADES:**

Son responsables de cumplir y hacer cumplir este procedimiento las jefaturas de Mantenimiento, al exigir y corroborar que el personal una vez ya capacitado, haga efectivas las pautas establecidas en estos procedimientos, para tener mejor control del mantenimiento que se brindó y así poder cumplir y optimizar el objetivo trazado.

## **33. DESCRIPCIÓN:**

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento definido en el desarrollo de esta tesis, nosotros como conocedores de las políticas y normas que están regidas en Mai Shi Group S.A.C, seguiremos el siguiente procedimiento:

- Cuando se informe al área de mantenimiento de una anomalía en la máquina laminadora de pota, se procederá a seleccionar a un técnico para realizar la detección y diagnóstico de la anomalía, de esta forma se determinará si es una falla mecánica o eléctrica.
- Si la falla detectada es una falla mecánica por rodajes las herramientas a utilizar son: Juego de llaves mixtas, destornillador estrella y destornillador plano, se procederá a verificar si los rodajes tienen desgaste y si eso sucedió, se realizará su respectivo cambio.


- Si la falla detectada es una falla mecánica por retenes, se procederá a su respectivo cambio, se utilizarán las siguientes herramientas: Juego de llaves mixtas, destornillador estrella y destornillador plano.
- Si la falla se detecta en la faja transportadora o en la de fricción se procederá a su cambio siempre y cuando se haya cumplido su tiempo útil después del último mantenimiento programado realizado, de no ser así se le realizará su respectiva alineación.
- Si la falla detectada es una falla eléctrica en los pulsadores de arranque y encendido, se utilizarán las siguientes herramientas: destornillador plano, destornillador estrella, multímetro, en esta situación se debe descartar que es lo que está mal, para así hacer su cambio.
- Para realizar mantenimiento al motor eléctrico cuando se cumplan sus horas de trabajo, se utilizarán las siguientes herramientas: extractor de rodajes, martillo de goma, juego de llaves mixtas, destornillador estrella y plano, se le barnizará sus bobinas y se le cambiará los rodajes.

#### **34. REGISTROS:**

- REGISTRO MS-MT-R-05

#### **35. ANEXOS:**

El siguiente formato es aquel documento que registre y ayude a tener un mejor control de las actividades y de las herramientas usadas en los mantenimientos de la maquinaria involucrada directamente con el proceso.

	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO		MS-MT-R-05																												
	MANTENIMIENTO PREVENTIVO PLANIFICADO		AÑO:																												
EQUIPO: LAMINADORAS		ÁREA DE PROCESO																													
		MES:																													
		RANGOS DE INSPECCIÓN:																													
		-VOLTAJE: 380V - 445V (v) -AMPERAJE MÁXIMO: 6 Amp -FRECUENCIA: 60 Hz																													
		TIPO DE MANTENIMIENTO: <i>Preventivo planificado</i>																													
TRABAJOS A REALIZAR																															
LAMINADORA 01:																															
TÉCNICO(S):																															
-																															
HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				MATERIAL GASTABLE				REPUESTOS																							
OBSERVACIONES PREVENTIVAS:																															
INSPECCIÓN:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
VOLTAJE																															
AMPERAJE																															
FRECUENCIA																															
LIMPIEZA																															
TÉCNICO RESPONSABLE																JEFE DE MANTENIMIENTO															





***MAI SHI GROUP***

PROCEDIMIENTO PARA EL  
ADECUADO MANTENIMIENTO DE  
LA MÁQUINA PELADORA DE POTA

### **36. OBJETIVO:**

El objetivo de este procedimiento es inculcar al personal de mantenimiento las adecuadas pautas para realizar un buen mantenimiento a la máquina peladora de papa, el uso de las herramientas y repuestos exactos que utilizarán al momento de realizarle sus respectivos mantenimientos y de esta manera incrementar el tiempo medio para fallar de dicha máquina.

### **37. ALCANCE:**

Este procedimiento se aplicará al personal que está involucrado directamente con el mantenimiento de máquinas que se utilizan en las diferentes áreas de proceso.

### **38. REFERENCIAS:**

Norma BRC 7ma versión año 2015

Tesis: "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C."

### **39. RESPONSABILIDADES:**

Son responsables de cumplir y hacer cumplir este procedimiento las jefaturas de Mantenimiento, al exigir y corroborar que el personal una vez ya capacitado, haga efectivas las pautas establecidas en estos procedimientos, para tener mejor control del mantenimiento que se brindó y así poder cumplir y optimizar el objetivo trazado.

### **40. DESCRIPCIÓN:**

Para poder llevar a cabo el plan de mantenimiento definido en el desarrollo de esta tesis, nosotros como conocedores de las políticas y normas que están regidas en Mai Shi Group S.A.C, seguiremos el siguiente procedimiento:

- Cuando se informe al área de mantenimiento de una anomalía en la máquina peladora de papa, se procederá a seleccionar a un técnico para realizar la detección y diagnóstico de la anomalía, de esta forma se determinará si es una falla mecánica o eléctrica.
- Si la falla detectada es una falla mecánica por rodajes las herramientas a utilizar son: Juego de llaves mixtas, destornillador estrella y destornillador plano, se procederá a verificar si los rodajes tienen desgaste y si eso sucedió, se realizará su respectivo cambio.

- Si la falla detectada es una falla mecánica por retenes, se procederá a su respectivo cambio, se utilizarán las siguientes herramientas: Juego de llaves mixtas, destornillador estrella y destornillador plano.
- Si la falla se detecta en la faja transportadora se procederá a su cambio siempre y cuando se haya cumplido su tiempo útil después del último mantenimiento programado realizado, de no ser así se le realizará su respectiva alineación.
- Si la falla detectada es una falla eléctrica en los pulsadores de arranque y encendido, se utilizarán las siguientes herramientas: destornillador plano, destornillador estrella, multitester, en esta situación se debe descartar que es lo que está mal, para así hacer su cambio.
- Para realizar mantenimiento al motor eléctrico cuando se cumplan sus horas de trabajo, se utilizarán las siguientes herramientas: extractor de rodajes, martillo de goma, juego de llaves mixtas, destornillador estrella y plano, se le barnizará sus bobinas y se le cambiará los rodajes.
- Para el cambio de aceite se procederá a retirar la máquina de sala y verter en un depósito de aceites residuales el ya utilizado para así reemplazarlo por aceite de transmisión nuevo, las herramientas a utilizar son: Juego de llaves mixtas, destornillador estrella y destornillador plano.

#### **41. REGISTROS:**

- REGISTRO MS-MT-R-06

#### **42. ANEXOS:**

El siguiente formato es aquel documento que registre y ayude a tener un mejor control de las actividades y de las herramientas usadas en los mantenimientos de la maquinaria involucrada directamente con el proceso.



Anexo 08

**CHECK LIST DE CORTADORA DE PERICO**

**EQUIPO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**MODELO:** \_\_\_\_\_

*Indicar con una X lo que corresponda*

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
INSPECCIÓN Y/O CAMBIO DE RODAJES			
ALINEAMIENTO Y TENSADO DE FAJAS			
CAMBIO DE SIERRA CINTA			
INSPECCIÓN Y/O MANTENIMIENTO DE MOTOR ELÉCTRICO			
INSPECCIÓN Y LIMPIEZA DE ARRANCADOR DIRECTO			
CAMBIO DE BLOCK NO Y NC			
CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL			

**Técnico:** \_\_\_\_\_

**Supervisor:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**FIRMA TÉCNICO**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA SUPERVISOR**

Anexo 09

**CHECK LIST DE SELLADORA MANUAL**

**EQUIPO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**MODELO:** \_\_\_\_\_

*Indicar con una X lo que corresponda*

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
CAMBIO DE RESISTENCIA DE MICRÓN POR TIEMPO DE TRABAJO CUMPLIDO			
CAMBIO DE CINTA TEFLÓN			
INSPECCIÓN Y/O AJUSTES DE BRAZO DE SELLADO.			
INSPECCIONAR SWITCH FINAL DE CARRERA			
INSPECCIÓN Y MEDICIÓN DE SISTEMA ELÉCTRICO Y ELECTRÓNICO			
CAMBIO DE TRANSFORMADOR			

**Técnico:** \_\_\_\_\_

**Supervisor:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**FIRMA TÉCNICO**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA SUPERVISOR**

Anexo 10

**CHECK LIST DE DETECTORA DE METALES**

**EQUIPO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**MODELO:** \_\_\_\_\_

*Indicar con una X lo que corresponda*

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
INSPECCIÓN Y/O CALIBRACIÓN DE FAJA TRANSPORTADORA			
INSPECCIÓN DE SISTEMA ELECTRÓNICO			
CAMBIO DE RODAJES Y RETENES			
CAMBIO DE LLAVE TERMOMAGNÉTICA			
CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL			

**Técnico:** \_\_\_\_\_

**Supervisor:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**FIRMA TÉCNICO**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA SUPERVISOR**

**Anexo 11**

**CHECK LIST DE SELLADORA AL VACÍO**

**EQUIPO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**MODELO:** \_\_\_\_\_

*Indicar con una X lo que corresponda*

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
CAMBIO DE RESISTENCIA DE MICRÓN			
CAMBIO CINTA TEFLÓN			
INSPECCIÓN Y/O CAMBIO DE PRENSAESTOPA			
CAMBIO DE CONTACTOR ELÉCTRICO			
INSPECCIÓN DE MOTOR ELÉCTRICO			
CAMBIO DE BOBINAS SOLENOIDES			
CAMBIO DE MANGUERAS DE SUCCIÓN			
CAMBIO DE FILTROS DE AIRE			
CAMBIO DE FILTRO DE ACEITE			
CAMBIO DE ACEITE EN BOMBA DE VACÍO			

**Técnico:** \_\_\_\_\_

**Supervisor:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**FIRMA TÉCNICO**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA SUPERVISOR**



**Anexo 12**

**CHECK LIST DE MÁQUINA LAMINADORA DE POTA**

**EQUIPO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**MODELO:** \_\_\_\_\_

*Indicar con una X lo que corresponda*

ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
CAMBIO DE RODAJES			
CAMBIO DE RETENES			
CAMBIO DE FAJA TRANSPORTADORA			
CAMBIO DE FAJA DE FRICCIÓN			
CAMBIO DE CADENAS			
CAMBIO DE CUCHILLA			
MANTENIMIENTO MOTOR ELÉCTRICO			
CAMBIO DE ARRANCADOR DIRECTO			
CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL			

**Técnico:** \_\_\_\_\_

**Supervisor:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**FIRMA TÉCNICO**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA SUPERVISOR**

**Anexo 13**

**CHECK LIST DE MÁQUINA PELADORA DE POTA**

**EQUIPO:** \_\_\_\_\_

**FECHA:** \_\_\_\_\_

**MODELO:** \_\_\_\_\_

*Indicar con una X lo que corresponda*

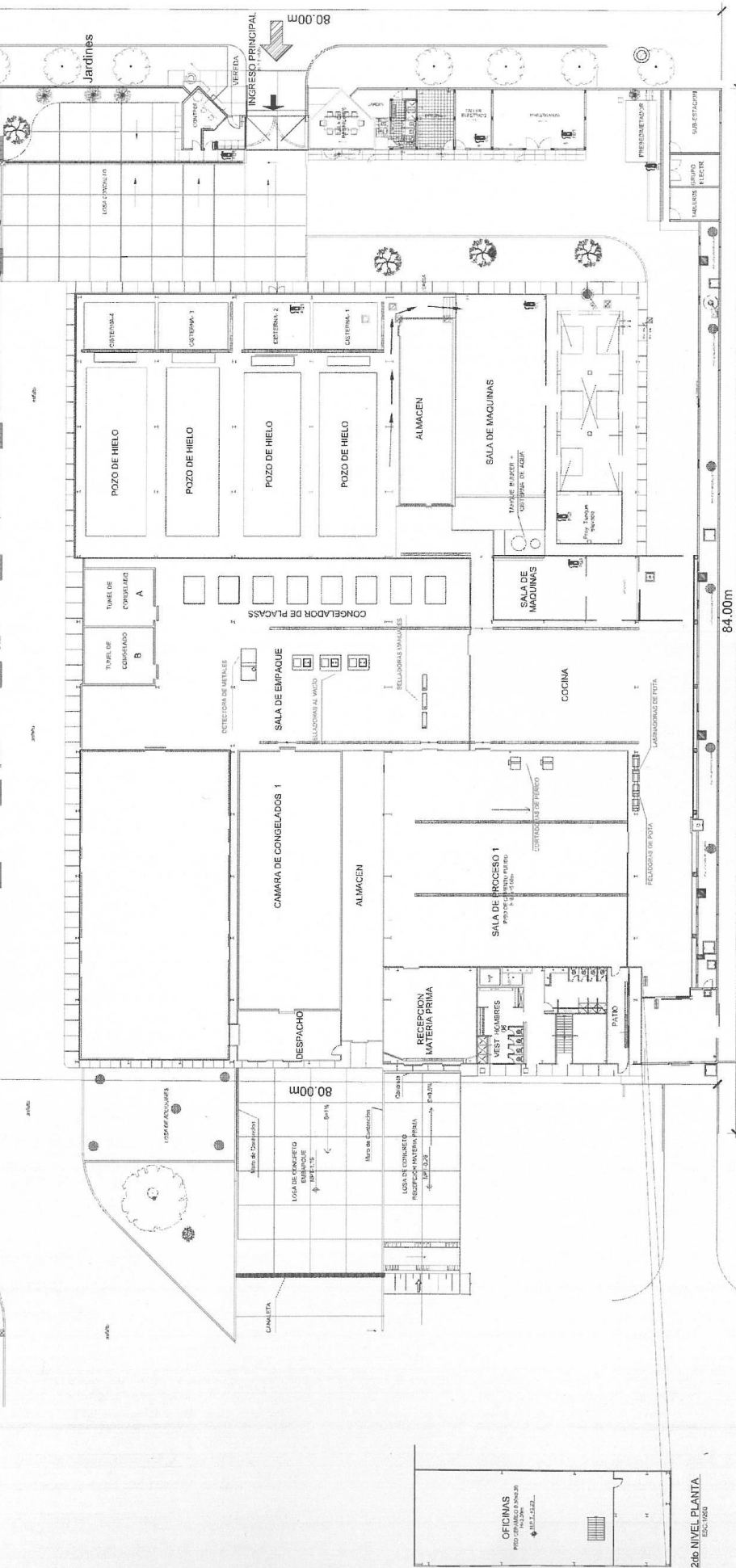
<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
CAMBIO DE RODAJES			
CAMBIO DE RETENES			
CAMBIO DE FAJA TRANSPORTADORA			
CAMBIO DE CADENAS			
CAMBIO DE CUCHILLA CINTA			
MANTENIMIENTO MOTOR ELÉCTRICO			
CAMBIO DE ARRANCADOR DIRECTO			
CAMBIO DE ACEITE A REDUCTOR			
INSPECCIÓN Y/O CAMBIO DE FAJAS DE TRANSMISIÓN			
CAMBIO DE ENCHUFE INDUSTRIAL			

**Técnico:** \_\_\_\_\_

**Supervisor:** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
**FIRMA TÉCNICO**

\_\_\_\_\_  
**FIRMA SUPERVISOR**



PLANTA GENERAL (PRIMER NIVEL)

ESPECIALIDAD:	PROYECTO:	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LOS EQUIPOS DE PROCESO DE LA EMPRESA MAI SHI GROUP S.A.C.		
ARQUITECTURA	PROPIETARIO:	MAI SHI GROUP S.A.C. - PLANTA INDUSTRIAL SULLANA		
FECHA: ABRIL - 2016	PLANO:	DISTRIBUCIÓN - PLANTA		
ESCALA: 1 / 200	UBICACIÓN:	Carretera Panamericana Sullana-Piura Zona Industrial Municipal N° 03, Mz. "K", Lote N° 01 Dist.: Sullana, Prov.: Sullana, Dept.: Piura		
		LAMINA:		A-01